

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

Área de concentração: Infraestrutura e Meio Ambiente

Tese de Doutorado

PROPOSTA DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE
PARA O PROJETO DE PONTES DE PEQUENOS VÃOS

Cleovir José Milani

Passo Fundo

2020



CIP – Catalogação na Publicação

M637p Milani, Cleovir José
Proposta de indicadores de sustentabilidade para o projeto
de pontes de pequenos vãos / Cleovir José Milani. – 2020.
310 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Moacir Kripka.
Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental) –
Universidade de Passo Fundo, 2020.

1. Pontes - Projetos e construção. 2. Sustentabilidade.
3. Materiais de construção - Vida útil. I. Kripka, Moacir,
orientador. II. Título.

CDU: 624.21

Catálogo: Bibliotecária Jucelei Rodrigues Domingues - CRB 10/1569

CLEOVIR JOSÉ MILANI

PROPOSTA DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE
PARA O PROJETO DE PONTES DE PEQUENOS VÃOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, para obtenção do grau de Doutor em Engenharia.

Data de aprovação: 18 de fevereiro de 2020.

Doutor Moacir Kripka

Orientador

Universidade de Passo Fundo - UPF

Doutor Victor Yepes Piqueras

Universidade Politécnica de Valência, Espanha - UPV

Ph.D. Roberto Caldas de Andrade Pinto

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Doutora Vera Maria Cartana Fernandes

Universidade de Passo Fundo – UPF

Doutor Zacarias Chamberlain Pravia

Universidade de Passo Fundo - UPF

Passo Fundo
2020

AGRADECIMENTOS

A todas as pessoas que participaram de alguma forma para a construção deste trabalho, o meu agradecimento.

Inicialmente, meus agradecimentos aos meus pais Antônio (*in memoriam*) e Zelinda, que me deixaram um legado de bons princípios, do bem e da humanidade; são diretrizes que me conduzem cotidianamente na busca das minhas metas. A eles meu agradecimento, meu carinho e respeito por tudo o que me ensinaram a ser.

A quem amo de modo particular, Nadir, minha esposa, amiga, parceira e incentivadora em todos os momentos. Agradeço sua presença em minha vida, e durante a realização e concretização deste grande projeto de doutorado.

Agradeço, com amor, aos meus filhos, Julia e João, razão da minha vida, que sempre compreenderam as minhas ausências, e respeitaram o tempo de que precisei para realizar a pesquisa, construir a tese e concluir este estudo.

Agradeço ao professor, Dr. Moacir Kripka, que orientou desde o início a condução desta tese, trazendo e disponibilizando o seu conhecimento, com paciência, presteza e dedicação, a fim de que os objetivos do trabalho fossem alcançados com importância significativa. Meu agradecimento especial pela contribuição fundamental que conferiu a esta trajetória de pesquisa e de aprendizado.

Com respeito e admiração, agradeço aos professores membros da banca examinadora, Dr. Victor Victor Yepes Piqueras e Dr. Roberto Caldas de Andrade Pinto, e de modo especial os meus professores Dr. Zacarias Chamberlain Pravia e Dra. Vera Maria Cartana Fernandes, que contribuem de modo relevante à maior aquisição de conhecimento, pelas explanações e orientações para melhorar o conteúdo da tese.

Agradeço, com muita consideração, a Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, em seu Programa de Pós-Graduação em Engenharia, coordenadores e professores do programa de doutorado, porque disponibilizaram as condições para a realização da tese, com apoio, informações e profissionalismo no âmbito da instituição, contribuindo para que os encaminhamentos pedagógicos fossem obtidos.

Agradeço a CAPES, por manter e oferecer aos acadêmicos a oportunidade de estudar em nível de doutorado, de forma a permitir que novos profissionais concluam a sua formação e disseminem o conhecimento na instituição de ensino.

Quero agradecer aos colegas de estudo, pela presença e companheirismo, troca de informações e conhecimento, e nos momentos de descontração, que foram importantes para manter-nos motivados a continuar.

Agradeço ainda aos parceiros, de diferentes fontes, que possibilitaram e forneceram acesso a informações que foram relevantes para a composição da pesquisa; as contribuições permitiram formatar um ponto de partida para o trabalho.

Por fim, quero destacar as pessoas com as quais contatei no desenvolvimento desta tese e que de alguma forma, contribuíram para o seu êxito. A todos agradeço.

RESUMO

MILANI, C. J. **Proposta de indicadores de sustentabilidade para o projeto de pontes de pequenos vãos**. 2020. Tese (Doutorado em Engenharia – Programa de Pós-Graduação em Civil e Ambiental, da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul).

O assunto deste trabalho é a construção de pontes, obras de infraestrutura essenciais ao transporte de pessoas e de mercadorias, remetendo à preocupação na racionalização nos projetos e nos processos de construção de pontes, com foco na diminuição dos custos, consumo de recursos e impactos ambientais. Objetivou-se aplicar técnicas de avaliação da sustentabilidade no ciclo de vida das superestruturas de pontes de pequenos vãos, propondo indicadores ambientais e econômicos para serem integrados ao processo de tomada de decisão, objetivando mitigar o impacto ambiental, diminuir o consumo de recursos e minimizar os custos em seu ciclo de vida. O estudo analisou 405 pontes de pequenos vãos, iniciando em 6 metros até 20 metros, dos tipos: pontes mistas aço/concreto; pontes de concreto armado moldadas *in loco*; pontes pré-moldadas em concreto armado e protendido, quantificando os impactos ambientais e custos através da Avaliação Ambiental do Ciclo de Vida e Avaliação do Custo no Ciclo de Vida, para a proposição de indicadores de sustentabilidade para a construção de pontes, seguindo a fronteira de sistemas da extração dos materiais até o fim de vida (do berço ao túmulo). Foram utilizadas as orientações das Normas nacionais e internacionais, com a utilização da base de dados Ecoinvent 3.5 de 2018, o método de alcance global ReCiPe 2016 V1.1, e o software SimaPro versão 9.0.0.32. Dos resultados, observou-se a indicação da ponte mista aço/concreto com duas vigas metálicas P1 M(S) 2V como sendo a que causa menos impactos no meio ambiente; a superestrutura da ponte do modelo mista aço/concreto com vigas laminadas P4 M(L) 2V é a ponte que apresenta o menor custo por m² para os comprimentos de 6m e 7m; o modelo em concreto armado, pré-moldada P23 PMD 5V, é o mais econômico nos vãos de 8m até os 20m. Na conclusão, observou-se que as pontes mistas aço/concreto do tipo P1 M(S) 2 V e as pontes pré-moldadas do modelo P23 PMD 5V podem ser indicadas como as mais eficientes do ponto de vista da sustentabilidade.

Palavras-chave: Pontes. Sustentabilidade. Projetos. Avaliação do ciclo de vida.

ABSTRACT

MILANI, C. J. **Proposal of sustainability indicators for the small span bridge design.** 2020. Thesis (PhD in Engineering - Civil and Environmental Engineering Graduate Program, University of Passo Fundo, Rio Grande do Sul).

The subject of this work is the construction of bridges, infrastructure constructions essential to the transportation of people and goods, referring to the concern in the rationalization of designs and processes of bridge construction, focusing on reducing costs, consumption of resources and environmental impacts. The objective was to apply sustainability assessment techniques in the life cycle of small span bridge superstructures, proposing environmental and economic indicators to be integrated in the decision making process, aiming to mitigate the environmental impact, reduce the consumption of resources and minimize the costs in their life cycle. The study analyzed 405 small span bridges, starting at 6 meters up to 20 meters, of the following types: steel and concrete composite bridges; reinforced concrete bridges cast in loco; precast reinforced and prestressed concrete bridges, quantifying environmental impacts and costs through the Life Cycle Environmental Assessment and Life Cycle Cost Assessment, for the proposition of sustainability indicators for the construction of bridges, following the frontier of systems for the extraction of materials until the end of life (from the cradle to the grave). The guidelines of national and international standards were used, based on the Ecoinvent 3.5 database of 2018, the global reach method ReCiPe 2016 V1.1, and the SimaPro software version 9.0.0.32. In the results, it was observed the indication of the steel and concrete composite bridge with two P1 M(S) 2V steel beams as the one that causes less impact on the environment; the bridge superstructure of the steel and concrete composite model with P4 M(L) 2V rolled steel beams is the bridge that presents the lowest cost per m² for the lengths of 6m and 7m; the reinforced precast concrete model, P23 PMD 5V, is the most economical in the spans of 8m to 20m. In conclusion, it was observed that steel and concrete composite type P1 M(S) 2 V bridges and precast type P23 PMD 5V bridges can be indicated as the most efficient from the sustainability point of view.

Keywords: Bridges. Sustainability. Designs. Life cycle assessment.

LISTA DE SIGLAS

AAE	Avaliação Ambiental Estratégica
AASTHO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACC	Análise do Custo do Ciclo de Vida
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
AFM	Análise de Fluxo de Materiais
AG	Algoritmo Genético
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
AP	Potencial de Acidificação
BaTMan	<i>Swedish Bridge and Tunnel Management System</i>
BDI	Bonificações e Despesas Indiretas
BEBS	<i>Bridge edge beam system</i>
BMSs	<i>Bridge management systems</i>
BS	<i>British Standard</i>
CBUQ	Concreto betuminoso usinado a quente
CEE	Comunidade Econômica Europeia
CFC11	Clorofluorcarbonetos
CH ₄	Gás metano
CLT	Consolidação das Leis Trabalhistas
CO ₂	Dióxido de Carbono
COFINS	Contribuição para Seguridade Social
COP	Conferência das Partes
COP21	Agreement of Conference of the Parties 21
CP II	Cimento Portland Composto
CTU	Czech Technical University in Prague
Cu	Cobre
DALYs	<i>Disability Adjusted Life Years</i>
DCB	Diclorobenzeno
DER-PR	Departamento de Estradas e Rodagem do Paraná
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte

E	Egalitarian
EAP	Estrutura analítica do projeto
ECO 92	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
EICV	Avaliação de impacto
E-LCA	<i>Environmental life cycle assessment</i>
ETA	Estação de tratamento de água
GANAP	Grupo de Apoio à Normalização Ambiental
GGBS	<i>Ground-granulated blast-furnace slag</i>
GRS	Solo reforçado geossintético
GWP	Potencial de aquecimento global
H	Hierarchist
h	Hora
<i>H-BMS</i>	<i>Hanshin Expressway Bridge Management System</i>
I	Individualist
IACV	Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
ICV	Inventário de Ciclo de Vida
ILCD	<i>International Reference Life Cycle Data System</i>
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ISS	Imposto sobre serviços
Kg	Quilograma
Km ²	Kilômetro quadrado
kN	Kilonewton
LCC	<i>Life Cycle Costs</i>
LCCA	<i>Life-Cycle Cost Analysis</i>
LCEI	Inventário econômico do ciclo de vida
LCSA	<i>Life-cycle sustainability assessment</i>
LCT	<i>Life Cycle Thinking</i>
LRFD	<i>Load and Resistance Factor Design</i>
M(L)	Mista laminada
M(S)	Mista soldada

MADM	Atributo Múltiplo
MAG	<i>Metal Active Gas</i>
MATLAB	MATrix LABoratory
MCDM	Método Divisão Multicritérios
MFA	Análise de Fluxo de Materiais
MODM	Decisão de Objetivo Múltiplo
MP	Material Particulado
MPa	Megapascal
MRI	<i>Midwest Research Institute</i>
N	Nitrogênio
N ₂ O	Óxido nitroso
NBI	<i>National Bridge Inventory</i>
NBR	Norma Brasileira
NMVOCS	<i>Non-methane volatile organic compounds</i>
NO _x	<i>Nitrogen Oxides</i>
ODS	Objetivos pelo Desenvolvimento Sustentável
OECD	<i>Organization for Economic Co-operation</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
P	Fósforo
PBACV	Programa Brasileiro de Avaliação de Ciclo de Vida
PDF	<i>Probability Distribution Function</i>
PIS	Programa de Integração Social
PM	Pré-moldada
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PRO	Projeto de Barreiras de Concreto
PT	Protendida
PVC	Polivinila
REPA	<i>Environmental Profile Analysis</i>
R-MR&	Maintenance, Repair and Rehabilitation
SEIL-PR	Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística
SETAC	<i>Society for Environmental Toxicology and Chemistry</i>
SI	Sistema Internacional de Unidades
SICRO	Sistema de Custos Referenciais de Obras

Sinapi	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SLCA	<i>Social life cycle assessment</i>
SLCA	Avaliação do ciclo de vida social
SO2	Dióxido de Enxofre
SPOLD	Sociedade para a Promoção do Desenvolvimento de Ciclo de Vida
S-PVC	<i>Polyvinylchloride resin</i>
t	Tonelada
TCU	Tribunal de Contas da União
UHPFRC	<i>Ultra-high-performance fibre-reinforced concrete</i>
UNCSD	Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
USD	<i>United States Dollar</i>
VMD	Volume Médio Diário

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA DA PESQUISA	19
1.2 JUSTIFICATIVA	20
1.3 OBJETIVOS	23
1.3.1 Objetivo geral.....	23
1.3.2 Objetivos específicos.....	23
1.4 ESTRUTURA DA TESE.....	23
2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, PENSAMENTO DO CICLO DE VIDA E SUSTENTABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE PONTES.....	26
2.1 SUSTENTABILIDADE, PENSAMENTO DO CICLO DE VIDA, INFRAESTRUTURA, PONTES: APRESENTAÇÃO DE SEUS CONCEITOS.....	26
2.1.1 A criação da expressão desenvolvimento sustentável.....	26
2.1.2 Pensamento do ciclo de vida	28
2.1.3 Obras de infraestrutura - pontes	29
2.2 REVISÃO DE LITERATURA: CASOS RELACIONADOS.....	32
3 A AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA	53
3.1 APRESENTAÇÃO DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA	53
3.2 ETAPAS PARA A REALIZAÇÃO DO ESTUDO DE AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA	56
3.2.1 Os objetivos e o escopo da avaliação de ciclo de vida em seus requisitos	57
3.2.2 A análise de inventário de avaliação de ciclo de vida: orientações	59
3.2.3 A avaliação do impacto do ciclo de vida conforme a normatização	61
3.2.4 Interpretação da avaliação de ciclo de vida e as recomendações normativas	70
3.2.5 Análise de Sensibilidade	71
4 AVALIAÇÃO DO CUSTEIO DO CICLO DE VIDA - ACC.....	73
4.1 APRESENTAÇÃO E CONCEITO	74
4.1.1 Custos de agência	81
4.1.2 Interpretação e relatório de resultados	84
5 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE PONTES..	86
5.1 IDENTIFICAÇÃO E PROPOSTA DE MODELOS DE PROJETOS DE PONTES DE PEQUENOS VÃOS PARA ACV E ACC.....	86
5.2 TÉCNICA DE AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV) EM PONTES.....	91

5.2.1 Definição de objetivo	92
5.2.2 Definição do escopo	93
5.2.3 Análise do inventário	98
5.2.4 Avaliação do impacto.....	100
5.3 METODOLOGIA PARA APLICAÇÃO DE AVALIAÇÃO DE CUSTOS NO CICLO DE VIDA (ACC)	101
5.4 INVENTÁRIOS PARA AVALIAÇÃO AMBIENTAL (ACV) E DE CUSTOS (ACC) NO CICLO DE VIDA DAS PONTES DE PEQUENOS VÃOS	107
5.4.1 Fase 1: extração/produção e construção.....	107
5.4.2 Fase 2: de uso - inspeção e manutenção.....	128
5.4.3 Fase 3: fim de vida - processos de demolição e descarte de resíduos.....	129
5.5 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	130
5.5.1 Variação das distância de transporte	131
5.5.2 Produção de concreto 35 MPa.....	133
5.5.3 Matriz energética.....	133
5.5.4 Análise de sensibilidade para Métodos de avaliação de impactos	133
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	135
6.1 COMPARATIVO ENTRE AS PONTES	135
6.1.1 Avaliação ambiental do Ciclo de Vida (ACV).....	136
6.1.2 Análise de sensibilidade com aplicação de outros métodos de caracterização de impactos ambientais	153
6.2 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DOS ELEMENTOS CONSTITUINTES DAS PONTES	155
6.2.1 Fases do ciclo de vida das pontes – modelo mista aço/concreto.....	156
6.3 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DOS ELEMENTOS CONSTITUINTES DAS PONTES	162
6.3.1 Aparelho de apoio	163
6.3.2 Vigas metálicas	163
6.3.3 Comparação entre lajes moldadas <i>in loco</i> e pré-fabricadas	164
6.3.4 Pavimentação asfáltica	165
6.3.5 Defesa.....	166
6.3.6 Drenos	166
6.3.7 Pintura	167
6.4 PRODUTOS E PROCESSOS COMPLEMENTARES.....	168
6.4.1 Produção de concreto 35 MPa em central dosadora	168

6.4.2 Análise de sensibilidade na comparação entre a matriz energética brasileira com outros países	171
6.4.3 Transportes	173
6.5 AVALIAÇÃO DO CUSTO NO CICLO DE VIDA (ACC).....	176
6.6 PROPOSTA DE POSSÍVEIS MODELOS DE PONTES DE PEQUENOS VÃOS A PARTIR DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE	181
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	190
REFERÊNCIAS	195

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de produto ou ciclo de vida	28
Figura 2 - Fases de uma ACV	56
Figura 3 - Mecanismo ambiental para potencial de aquecimento global	64
Figura 4 – Fases de análise de custos do ciclo de vida de pontes.....	78
Figura 5 - Registro de acidente em pontilhão com caminhão carregado de cola	87
Figura 6 - Registro visual sobre um equipamento urbano de pista simples	88
Figura 7 - Quantidade de pontes avaliadas: 27 tipologias, totalizando 405 pontes de 6 a 20 metros	90
Figura 8 - Modelo da ponte AASHTO	90
Figura 9 - Fronteira do sistema de construção de pontes	95
Figura 10 - Procedimento de alocação por massa	96
Figura 11 - Britador em Pato Branco, Paraná.....	97
Figura 12 - Análise de inventário e coleta de dados.....	99
Figura 13 - Representação das relações entre as categorias de impacto do ponto médio (midpoint) e as de ponto final (endpoint). Adaptado	101
Figura 14 - Fase de ACC para construção de pontes.....	102
Figura 15 - Modelo de composição de custos unitários	103
Figura 16 - Canteiro de obras para construção de uma ponte	108
Figura 17 - Tipologias e elementos constituintes das pontes avaliadas	108
Figura 18 - Representação das vigas sobre os aparelhos de apoio	109
Figura 19 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de aparelhos de apoio	109
Figura 20 - Fábrica metalúrgica para produção de vigas metálicas	110
Figura 21 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de vigas metálicas tipo “T”	110
Figura 22 - Localidade: Parque Industrial (BR 158) sobre o Rio Ligeiro – Pato Branco	111
Figura 23 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de vigas moldadas <i>in loco</i>	112
Figura 24 - Viga protendida para pontes	112
Figura 25 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de vigas protendidas	113
Figura 26 - Vigas pré-moldadas estocadas no canteiro de obras.....	113

Figura 27 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de vigas pré-moldadas	114
Figura 28 - Representação de laje pré-moldada	114
Figura 29 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de lajes pré-moldadas	115
Figura 30 - Exemplo de uma ponte em laje moldada	115
Figura 31 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de lajes moldadas in loco	116
Figura 32 - Representação do asfalto sobre as pontes	116
Figura 33 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de pavimentação asfáltica.....	117
Figura 34 - Produção de defesa	117
Figura 35 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção das defensas	118
Figura 36 - Dreno em uma ponte.....	118
Figura 37 - Fluxograma de processos e produtos avaliados para o dreno	119
Figura 38 - Pintura em uma ponte	119
Figura 39 - Fluxograma de processos e produtos avaliados para a pintura.....	119
Figura 40 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção do concreto usinado 35 MPa.....	120
Figura 41 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de cimento.....	121
Figura 42 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de areia.....	122
Figura 43 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de pedra brita	122
Figura 44 - Fluxograma de processos de produção e distribuição de água tratada	123
Figura 45 - Fluxograma da matriz energética.....	123
Figura 46 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de vergalhões	124
Figura 47 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de formas de madeira	125
Figura 48 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de formas metálicas	126
Figura 49 - Fluxograma de processos e produtos avaliados no transporte	126
Figura 50 - Pavimentação em ponte	128
Figura 51 - Fluxograma da fase 2.....	129
Figura 52 - Etapas de demolição de ponte.....	129
Figura 53 - Fluxograma da fase 3	130

Figura 54 - Fluxograma do processo de transporte mercado (cidade)/obra (ponte).....	132
Figura 55 - Índices de impacto ambiental de kg CO ₂ eq/m ² em todas as pontes analisadas	137
Figura 56 - Índices de depleção do ozônio estratosférico em kg CFC11 eq/m ² em todas as pontes analisadas	137
Figura 57 - Índices da radiação ionizante em kBq Co-60 eq/m ² em todas as pontes analisadas	138
Figura 58 - Índices da formação de ozônio, saúde humana em kg NO _x eq/m ² em todas as pontes analisadas	139
Figura 59 - Índices da formação de material particulado fino em kg PM _{2.5} eq/m ² em todas as pontes analisadas	139
Figura 60 Índices da formação de ozônio, ecossistemas terrestres em kg NO _x eq/m ² em todas as pontes analisadas Fonte: Produzido pelo autor (2019).....	140
Figura 61 - Índices da acidificação terrestre em kg SO ₂ eq/m ² em todas as pontes analisadas	141
Figura 62 - Índices da eutrofização da água doce em kg P eq/m ² em todas as pontes analisadas	141
Figura 63 - Índices da eutrofização marinha em kg N eq/m ² em todas as pontes analisadas.	142
Figura 64 - Índices da ecotoxicidade terrestre em kg 1,4-DCB/m ² em todas as pontes analisadas.....	143
Figura 65 - Índices da ecotoxicidade de água doce em kg 1,4-DCB/m ² em todas as pontes analisadas.....	143
Figura 66 - Índices da ecotoxicidade marinha em kg 1,4-DCB/m ² em todas as pontes analisadas.....	144
Figura 67 - Índices da toxicidade carcinogênica humana em kg 1,4-DCB/m ² em todas as pontes analisadas	145
Figura 68 - Índices da toxicidade não carcinogênica humana em kg 1,4-DCB/m ² em todas as pontes analisadas	145
Figura 69 - Índices do uso da terra em m ² a crop eq/m ² em todas as pontes analisadas.....	146
Figura 70- Índices de escassez de recursos minerais em kg Cu eq/m ² em todas as pontes analisadas.....	147
Figura 71 - Índices de escassez de recursos fósseis em kg oil eq/m ² em todas as pontes analisadas.....	147
Figura 72 - Índices de consumo de água em m ³ /m ² em todas as pontes analisadas	148
Figura 73 - Categorias de impactos no ponto médio (midpoint) e ponto final (endpoint).....	149

Figura 74 - Índices de danos aos ecossistemas em species.yr/m ² em todas as pontes analisadas	150
Figura 75 - Índices de impactos aos recursos em USD2013/m ² em todas as pontes analisadas	151
Figura 76 - Índices de impactos à saúde humana em DALY/m ² em todas as pontes analisadas	152
Figura 77 - Índices de impactos de pontuação única para o método IIMPACT 2002, no ciclo de vida das pontes com 10 metros de vão.	153
Figura 78 - Índices de impactos de pontuação única para o método ILCD 2011, no ciclo de vida das pontes com 10 metros de vão.	154
Figura 79 - Índices de impactos de pontuação única para o método BEES + V4.07 USA, no ciclo de vida das pontes com 10 metros de vão.....	155
Figura 80 - Índices da categoria de impacto em todo o ciclo de vida para a ponte P1 MS 2V	156
Figura 81 - Índices da categoria de danos em todo o ciclo de vida para a ponte P1 MS 2V .	157
Figura 82 - Índices da fase 1 para a ponte P1 MS 2V	158
Figura 83 - Índices da fase 1 para a ponte mista P1 MS 2V avaliando a categoria de danos	158
Figura 84 - Índices da fase 2 para a ponte P1 MS 2V avaliando a categoria de impactos	159
Figura 85 - Índices da fase 2 para a ponte P1 MS 2V avaliando a categoria de danos	160
Figura 86 - Índices da fase 3 para a ponte P1 MS 2V avaliando a categoria de impactos	161
Figura 87 - Índices da fase 3 para a ponte P1 MS 2V avaliando a categoria de danos	162
Figura 88 - Índices do aparelho de apoio Neoprene avaliando a categoria de danos.....	163
Figura 89 - Índices da viga metálica avaliando a categoria de danos.....	163
Figura 90 - Índices das lajes avaliadas na categoria de danos.....	164
Figura 91 - Índices da pavimentação asfáltica avaliada na categoria de danos.....	165
Figura 92 - Índices da defesa avaliadas na categoria de danos	166
Figura 93 - Índices da defesa avaliadas na categoria de danos	167
Figura 94 - Índices da pintura avaliadas na categoria de danos	167
Figura 95 - Índices da produção de concreto na categoria de danos	168
Figura 96 - Índices comparativos entre diversos tipos de dosagem na categoria de danos....	169
Figura 97 - Índices comparativos de danos a saúde humana proveniente da produção do concreto 35 MPa (DNIT x base Ecoinvent)	170
Figura 98 - Índices comparativos de danos aos ecossistemas proveniente da produção do concreto 35 MPa (DNIT x base Ecoinvent)	170

Figura 99 - Índices comparativos de danos aos recursos proveniente da produção do concreto 35 MPa (DNIT x base Ecoinvent)	171
Figura 100 - Índices comparativos entre diversas matrizes energéticas do mundo.....	172
Figura 101 - Índices comparativos de consumo energético na produção de 1m ³ de concreto	173
Figura 102 - Índices do transporte na categoria de danos	174
Figura 103 - Índices do transporte em função da distância até o mercado.....	175
Figura 104 - Índices do transporte em função da distância do mercado (cidade) até a obra (ponte) na categoria avaliação de danos	176
Figura 105 - Índices de custo das pontes na fase 1	177
Figura 106 - Índices de custo das pontes na fase 2.....	178
Figura 107 - Índices de custo das pontes na fase 3.....	179
Figura 108 - Índices de custo das pontes no ciclo de vida	180
Figura 109 - Índices de custo das pontes no ciclo de vida	181
Figura 110 - Índices de custo x danos aos ecossistemas em R\$/m ² e species.yr/m ² para o vão de 10m	182
Figura 111 - Índices de custo x depleção de recursos em R\$/m ² e USD2013/m ² para o vão de 10m.....	183
Figura 112 - Índices de custo x danos à saúde humana em R\$/m ² e DALY/m ² para o vão de 10m.....	184
Figura 113 - Pesos considerados para avaliação da sustentabilidade.....	186
Figura 114 - Classificação do desempenho ambiental com pesos de 0,5 econômico e 0,5 ambiental por m ² para pontes com comprimentos de 10m.....	186
Figura 115 - Classificação do desempenho ambiental com pesos de 0,6 econômico e 0,4 ambiental por m ² para pontes com comprimentos de 10m.....	187
Figura 116- Secção transversal da ponte mista aço/concreto P1 M(S) 2V, com comprimento de 10m	188
Figura 117 - Obra de ponte concreto e aço EcoMix, com 40 metros de comprimento, instalada no município de Presidente Bernardes, estado de São Paulo – Tipo P1 M(S) 2V	188
Figura 118 - Secção transversal da ponte em concreto pré-moldado tipo P23 PMD 5V, com comprimento de 10m.....	189
Figura 119 - Kit de transposição de obstáculo sobre o rio Motucas, na Estrada dos Portugueses, bairro Vila Nova, Joinville-SC - Tipo P23 PMD 5V	189

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Modelo de mecanismo ambiental e impacto ambiental potencial para aquecimento global (GWP).....	63
Quadro 2 - Custos de agência, categorias e seus eventos de ocorrência em caso de pontes	82
Quadro 3 - Modelo de composição de custos unitários para demolição de pavimentação	104
Quadro 4 - Fase 1: extração de matéria-prima/produção/construção	106
Quadro 5 - Fase 2: Uso	106
Quadro 6 - Fase 3: fim de vida	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fator de conversão de indicadores do ponto médio para o ponto final na categoria de danos à saúde humana.....	69
--	----

1 INTRODUÇÃO

O setor contemporâneo da infraestrutura cumpre uma função importante no desenvolvimento das nações, pois, segundo Uddin, Hudson e Hass (2013), o avanço da sociedade humana está atrelado à infraestrutura física para dar suporte à distribuição de recursos e serviços essenciais ao público, sendo que a qualidade e a eficiência dessa estrutura afetam a qualidade de vida, o sistema social e a continuidade da atividade econômica e empresarial. No entanto, é também responsável pelo consumo de quantidades significativas de matérias-primas e energia, sendo atribuído às obras e à construção civil o consumo de aproximadamente 50% de todas as matérias-primas extraídas no mundo (RUUSKA; HÄKKINEN, 2014). Esse índice, para pesquisadores como Bribian, Capilla e Usón (2011), pode chegar a 60%. Além disso, a infraestrutura contribui para uma concentração crescente de dióxido de carbono na atmosfera; no ano de 1750, no início da era industrial, era de aproximadamente 277 partes por milhão (ppm), mas aumentou para $402,8 \pm 0,1$ ppm em 2016 (LE QUÉRÉ *et al.*, 2018).

A construção de pontes, como um tipo de obra de infraestrutura, contribui de forma importante para o transporte de mercadorias e pessoas. Por conseguinte, a racionalização nos projetos e processos de construção de pontes e diminuição dos seus custos e impactos ambientais é fundamental e deve ser levada em consideração na fase de projeto. É preciso considerar como objetivo maior o fornecimento de recursos sustentáveis, que consistem na busca de equilíbrio entre o que é considerado importante para a comunidade e para o meio ambiente, bem como economicamente sólido (BANSAL, SINGH; SINGH, 2017), tendo em vista que o impacto ambiental das pontes na perspectiva do ciclo de vida tem recebido atenção das autoridades em razão do grande consumo de recursos (STEELE *et al.*, 2002).

No setor de construção de pontes, as inovações em materiais, métodos de trabalho e técnicas de construção são colocadas como alternativas para produção de um novo contexto sustentável no qual os benefícios alcancem a todos e os riscos sejam minimizados no ambiente. Essa nova forma de ver o mundo e as construções indica que os tomadores de decisão devem buscar eliminar ou mitigar os problemas ambientais. A perspectiva é de que “As novas construções possam beneficiar a humanidade e fazer no ambiente um desenvolvimento e melhoria sustentáveis” (LI; GOU, 2015, p. 405). A tomada de decisões para a construção de pontes não deve ser apenas regida por critérios como custo, viabilidade

técnica e durabilidade; para um projeto sustentável, deve-se também levar em consideração o desempenho ambiental.

No ambiente de construção de pontes, estão presentes os parâmetros legais relativos à infraestrutura pública, o que inclui as compras públicas sustentáveis, sendo que as questões de pontes de pequenos vãos se caracterizam como uma ocorrência global, com oferta desse equipamento para uso da população. Abordando a construção de pontes e a sustentabilidade, destaca-se que a questão é assunto de discussão em instituições acadêmicas e de políticas, com a identificação da carência de pontes de pequenos vãos, que poderiam ajudar sobremaneira a capacidade de locomoção e traslado de pessoas. Sobre isso, especificamente: "Há uma estimativa de que sejam necessárias cerca de dois milhões de pontes pequenas no interior do Brasil. Seriam necessários, de R\$ 7 bilhões a R\$ 10 bilhões para zerar essa demanda" (PEREIRA, 2017, p. 1).

As pontes de pequenos vãos são o assunto desta investigação e o tema reservado para a elaboração deste estudo registra a avaliação da sustentabilidade das pontes por meio da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e da Análise do Custo do Ciclo de Vida (ACC) do processo de construção de pontes. Fala-se de construção de pontes, expressamente as de pequenos vãos, referindo as fases de extração de matéria prima/produção e construção, uso e fim de vida que arcam em seu ciclo de vida.

1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA DA PESQUISA

As pontes de pequenos vãos fazem parte da infraestrutura pública, assunto desta tese, e sobre as quais levanta-se a problemática, na observação da sua importância para a sociedade em termos econômicos e ambientais.

Nas últimas décadas, as questões ambientais do setor da construção têm atraído atenção crescente do público e das autoridades. Notavelmente, a construção da ponte é responsável por quantidade considerável de consumo de energia e insumos de matérias-primas. No entanto, as pontes atuais ainda são projetadas principalmente da perspectiva econômica, técnica e de segurança, enquanto as considerações de seu desempenho ambiental raramente são integradas no processo de tomada de decisão (DU *et al.*, 2014).

Pelo fato de que as pontes, em seu ciclo de vida, podem impactar no meio ambiente com relação aos materiais com os quais foram construídas, bem como os custos relacionados, argumenta-se quanto aos processos de apoio que podem contribuir no projeto de pontes com

respeito à escolha do tipo e do material da superestrutura visando a uma construção sustentável.

A vontade de encontrar respostas e de formular alternativas para pontes que comportem as necessidades da população em seu livre trânsito – de modo que facilitem o processo econômico de recebimento e entrega de produtos e mantenham relação benéfica com a natureza e o ambiente, que possam efetivamente ser adotadas como estratégicas pelo tomadores de decisão – motiva para a realização de uma nova investigação, para a qual resume-se uma importante problemática: **De que forma os parâmetros de sustentabilidade podem constituir indicadores para a elaboração de projetos de pontes de pequenos vãos para as rodovias rurais e vicinais tendo por base o conceito de sustentabilidade?**

1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo Du (2015), Zhang, Wu e Wang (2016) e Itoh *et al.* (1996), o desempenho ambiental das pontes está intimamente ligado ao tipo de material de ponte usado, considerando que diferentes materiais ou tipos de pontes exibem diferentes desempenhos ambientais. Isso demonstra a importância de as autoridades reformularem as políticas de intervenção em seus processos de tomada de decisão.

Para que o desenvolvimento do país aconteça com fundamentos sustentáveis, as ações governamentais dirigidas ao setor produtivo deverão procurar, cada vez mais, a promoção do uso mais eficiente dos recursos naturais, científicos, tecnológicos e humanos.

Nesse ambiente, se encontra o setor da construção da infraestrutura, que:

[...] responde por altas taxas de lucros e empregabilidade, mas também por importantes impactos sobre o bem-estar social e o meio ambiente. Se atuar de forma inadequada e ignorar temas atuais em pauta, como direitos humanos, segurança no trabalho, saneamento ambiental e relações saudáveis com comunidades do entorno, essa indústria não apenas deixa de contribuir com a sustentabilidade e os benefícios socioambientais e econômicos ligados ao conceito, como ainda perde oportunidades de negócios – relacionadas a reaproveitamento de resíduos e uso eficiente de recursos, por exemplo – e ganhos de reputação (NEXT.DOC., 2016, p. 9).

A construção de pontes sempre foi uma condição necessária para as sociedades humanas, desde o passado, quando a comunicação entre e no interior das cidades ou comunidades precisava ser estabelecida. Até pouco tempo atrás, a economia na construção de pontes era considerada o único aspecto na tomada de decisão de qualquer tipo de processo de construção dessas estruturas. Hoje, contudo, “O objetivo não deve ser apenas a construção de

pontes, mas de pontes sustentáveis. Os fatores econômicos, sociais e ambientais que constituem os três pilares da sustentabilidade foram recentemente adicionados” (PENADÉS-PLÀ *et al.*, 2016, p. 1).

A adoção de critérios sustentáveis de julgamento nas licitações é uma realidade que a cada dia vem ganhando mais espaço junto às autoridades públicas por seu potencial impacto positivo sobre os processos de contratação e sobre a sociedade, conforme disposição legal da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída em 29 de dezembro de 2009, considerada uma importante inovação na legislação ao inserir expressamente disposição que prevê a inserção de critérios de sustentabilidade nas contratações públicas.

Tal regramento legal, em seu artigo 6º, XII, estabelece critérios de preferência nas licitações e concorrências públicas, o que inclui as parcerias público-privadas, para a “autorização, permissão, outorga e concessão para exploração de serviços públicos e recursos naturais, para as propostas que propiciem maior economia de energia, água e outros recursos naturais e redução da emissão de gases de efeito estufa e de resíduos” (BRASIL, 2013, p. 201).

As iniciativas legais nacionais mostram que é imprescindível criar alternativas estratégicas que avalizem a operacionalidade de pontes, centralizadas em torno da sustentabilidade e deve ser um processo de decisão baseado em prioridades, de modo que cumpra os objetivos do Pensamento do Ciclo de Vida.

A importância das pontes, no Brasil, é confirmada no volume de informações sobre as vias nacionais, com 1,7 milhões de quilômetros de estradas divididas em rodovias estaduais, com 255.400 quilômetros e representando 14,8% do total; rodovias municipais, com 1.339,26 quilômetros, em 78,2%; e em rodovias federais, com 119.936 quilômetros, em 7% do total, conforme dados coletados em setembro de 2014, pelo Sistema Viário Nacional e publicados pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL, 2014).

Na Europa, as pontes representam em torno de 2% da extensão da rede viária, e 30% do seu custo. Na França, as pontes representam um valor de 12 bilhões de Euros; no Reino Unido, de 23 bilhões de Euros; na Espanha, 4,1 bilhões de Euros; e, na Alemanha, cerca de 30 bilhões de Euros (ALMEIDA, 2013a).

No Brasil, o município de Pato Branco, Paraná, possui 74% das pontes com vãos menores do que 10m e 16% com comprimento de até 20m, o que significa que 90% do total das pontes da cidade são pontes de pequenos vãos, totalizando 962,95 m de pontes no

município (MILANI, 2010). Um tratamento diferenciado pode ser aplicado a pontes de pequenos vãos, em razão de que empregam pré-moldados de fábrica, considerando que nos Estados Unidos esse sistema de pontes está presente em 90% das pontes existentes, com a maior parte delas situando-se abaixo dos 18 m (EL DEBS, 2000).

Em uma visão mais apurada, verifica-se que pontes de pequenos vãos são menosprezadas com a falta de projetos executivos e acompanhamento técnico na construção, bem como em razão da inexistência de manutenção, com evidentes sinais de abandono e em condição precária para o uso, apresentando diferentes patologias ou falta de atenção por parte do poder público. Um exemplo dessas argumentações confirma que as más condições de conservação de pontes propiciam a ocorrência de acidentes com veículos e seres humanos, com prejuízos relevantes, de ordem social, econômica e ambiental. Mesmo uma breve pesquisa já revela inúmeros casos de acidentes em pontes ou pontilhões.

As questões de pontes de pequenos vãos se caracterizam como uma ocorrência global, uma vez que, em todas as nações, a infraestrutura pública oferece esse equipamento para uso da população. Também as ocorrências e as intercorrências se dão em nível global, fato que confere importância a esta pesquisa de tese, pois os resultados do estudo de caso podem ser viabilizados para todos, na forma de recomendação de indicadores de sustentabilidade para a elaboração de projetos de pontes para as rodovias rurais e vicinais.

Neste trabalho, são identificadas as tipologias de superestruturas de pontes mais utilizadas em pontes de pequenos vão construídas no mundo. Após a identificação, são padronizadas com os mesmos critérios de dimensionamento. Além disso, é feita a reunião de informações sobre indicadores ambientais e econômicos no ciclo de vida das pontes de pequenos vãos, o que permitirá que sejam conhecidos os diferentes materiais, estruturas e técnicas de construção e de conservação, e possibilitará a análise dos dados por meio de softwares que possibilitarão a indicação de estratégias que podem ser seguidas para a construção de pontes.

Justifica-se, portanto, a pretensão de que a academia pode permitir ao pesquisador chegar ao estado da arte da questão e, desse ponto, trazer informações novas que possam ser disseminadas para conhecimento da academia e aplicação nas políticas públicas, reduzindo custo ambiental e econômico, como um todo, e conferindo ao equipamento qualidade, segurança no uso e efetividade na função.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Esta tese tem como objetivo geral aplicar técnicas de avaliação da sustentabilidade no ciclo de vida das superestruturas de pontes de pequenos vãos, propondo indicadores ambientais e econômicos para serem integrados ao processo de tomada de decisão, objetivando mitigar o impacto ambiental, diminuir o consumo de recursos e minimizar os custos em seu ciclo de vida.

1.3.2 Objetivos específicos

Identificar modelos de projetos de pontes de pequenos vãos utilizados nas rodovias rurais e vicinais e propor modelo padrão, que atenda à mesma função, para efetuar comparação de desempenho ambiental e econômico.

Aplicar a técnica de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) a superestruturas de pontes de pequenos vãos projetadas com distintas tipologias e materiais, a fim de identificar os potenciais impactos ambientais e de danos no ciclo de vida das pontes.

Aplicar técnicas de Avaliação de Custos no Ciclo de Vida (ACC) para as mesmas estruturas determinando os custos no ciclo de vida.

Apresentar os comparativos de desempenho ambiental e de custo das pontes avaliadas e relatar indicadores de sustentabilidade, na unidade funcional, para serem utilizados nas especificações de projetos.

1.4 ESTRUTURA DA TESE

O trabalho segue a estrutura assim delimitada. No capítulo 1, apresenta-se o tema definido para o estudo, com abordagem ao contexto das pontes em sua estrutura e utilização. Elabora-se, nessa seção, o problema da pesquisa que norteia as investigações e justifica-se a motivação e a relevância do estudo, com proposição de objetivo geral e específicos.

No capítulo 2, o assunto é a sustentabilidade, abordando os conceitos do desenvolvimento sustentável com base nos eventos globais realizados. Nesse item, são

descritos aspectos do desenvolvimento sustentável no Brasil, com relação à legislação pertinente, e apresentados o pensamento do ciclo de vida e a sustentabilidade de pontes.

A elaboração do segundo capítulo tem seu enfoque no objetivo geral desta tese, que busca avaliar a sustentabilidade de estruturas de pontes, considerando relevante apresentar os conceitos de sustentabilidade e a evolução da criação do termo com a realização de diversos eventos nacionais e internacionais, descrevendo o pensamento do ciclo de vida e a sustentabilidade das obras de infraestruturas, porque a construção sustentável de pontes também passou a ser uma das prioridades na prevenção de impactos ambientais e a análise da avaliação do ciclo de vida é uma das estratégias para a sustentabilidade.

No capítulo 3, o tema é a avaliação do ciclo de vida, em sua origem, conceito e aplicação, descrevendo as etapas para a realização do estudo.

Trata-se de um capítulo importante da tese, que apresenta a ACV como um método padronizado internacionalmente, destinado à quantificação de emissões e recursos consumidos contemplados em um ciclo inteiro de vida de produto, iniciando com a extração dos recursos e até o descarte final dos resíduos.

O objetivo desta descrição vincula-se ao objetivo principal do estudo de analisar a avaliação do ciclo de vida de pontes para as rodovias rurais e vicinais e, com base nos resultados do estudo de caso, propor índices e indicadores de sustentabilidade e um modelo de projeto de pontes com minimização dos impactos ambientais.

O capítulo 4 traz como assunto de redação a análise dos custos do ciclo de vida, abordando conceitos, descrevendo a metodologia para a realização do estudo e orientações para a determinação de custos. Nessa seção, é apresentada a divisão dos custos na ACV para pontes, relacionando a competência de cada custo: agência, usuário e sociedade, demonstrando-se a metodologia para a realização da ACC, as ferramentas que podem ser utilizadas e a integração dos resultados.

O objetivo tem sua base na proposta de produção de um modelo de projeto de pontes para rodovias rurais e vicinais que traga as condições fundamentais de sustentabilidade com menor consumo de recursos, financeiros e de impactos ambientais.

O capítulo 5 traz a metodologia para a realização do estudo, apresentando os elementos que serão analisados e descrevendo as etapas e os procedimentos a serem seguidos. São apresentadas as etapas de aplicação de ACV relacionadas à fase de definição do objetivo – que são as pontes de rodovias rurais e vicinais – e as aplicações previstas para esse tipo específico de pontes. Também, são contemplados todos os processos dessa fase. É, também,

relacionada a fase do escopo, que compõe a ACV, com descrição de cada uma de suas etapas e os locais nos quais serão realizadas as análises. Ainda, é apresentada a metodologia para a análise do inventário, da avaliação do impacto e da interpretação dos resultados.

Nesse quinto capítulo, a metodologia para a aplicação da ACC apresenta os projetos e quantitativos de pontes, a fim de atender ao disposto no objetivo geral da tese, qual seja, o de avaliar a sustentabilidade de estruturas de pontes com a finalidade de propor um modelo de projeto de ponte sustentável e recomendar indicadores de sustentabilidade.

No capítulo 6, são apresentados os resultados do estudo que atendem aos objetivos específicos de aplicação da técnica de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e de Avaliação de Custos no Ciclo de Vida (ACC) nas pontes de pequenos vãos projetadas com distintas configurações e materiais, bem como se procede à análise e à comparação ambiental e econômica que permitem avaliar as condições de sustentabilidade de pontes.

Ao final, são elaboradas as considerações finais do estudo, baseando-se nos objetivos propostos e nos resultados encontrados.

2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, PENSAMENTO DO CICLO DE VIDA E SUSTENTABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE PONTES

2.1 SUSTENTABILIDADE, PENSAMENTO DO CICLO DE VIDA, INFRAESTRUTURA, PONTES: APRESENTAÇÃO DE SEUS CONCEITOS

2.1.1 A criação da expressão desenvolvimento sustentável

A sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável tem sua gênese registrada na década de 1960, com a constatação acerca do uso agrícola de pesticidas químicos sintéticos, implicando a edição da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, Suécia, em 1972, pela Organização das Nações Unidas (ONU). (ONU, 2017).

O Relatório Brundtland (1991, p. 12) define o desenvolvimento sustentável como “aquele que procura satisfazer as necessidades das gerações atuais sem comprometer as gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades”, compreendida essa definição pela comunidade de pontes como o significado de projetar, construir e manter pontes em um contexto sensível de durabilidade a longo prazo, baixo impacto no ciclo de vida, sensibilidade na seleção de materiais e métodos e impacto mínimo ao meio ambiente durante toda a vida da ponte (AHLBORN, 2008).

O termo sustentabilidade foi introduzido como uma questão do livro *The World Conservation Strategy*¹, e, em 1980, passa a ser usado, com frequência, em assuntos econômicos, sociais e ambientais, com debates sobre as suas dimensões e a importância na busca de uma nova forma de desenvolvimento (SICHE *et al.*, 2008), sendo formulados os três pilares da sustentabilidade: ecológico, econômico e social, de modo que o desenvolvimento sustentável funda-se em cada um deles para a efetivação da sustentabilidade (BADER, 2012).

Vinculado ao conceito de sustentabilidade do Relatório Brundtland (1991) e da formulação dos três pilares, convenções sobre mudanças climáticas foram realizadas pelo mundo, como a Conferência das Partes (COP), em 1992 (NAÇÕES UNIDAS, 2015), com o denominado Acordo de Paris sobre as mudanças climáticas, que entrou em vigor para o Brasil em 4 de novembro de 2016 (PORTAL BRASIL, 2016), e, mais recentemente, a Agenda 2030, apresentada como um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade,

¹ Preparado pela *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN).

composta de 17 Objetivos pelo Desenvolvimento Sustentável (ODS), pautados por um conjunto de cinco áreas: as pessoas, o planeta, a prosperidade, a paz e a parceria (ONUBR, 2016), e adotada por 193 países, Estados-Membros da Organização das Nações Unidas (ONU), em 25 de setembro de 2015 (CAMPOS, 2015).

Esse conteúdo pode ser utilizado em múltiplos setores e oferecer possibilidades de exame de diferentes categorias e indicadores de impacto principal, avaliando-os em contextos ambientais, sociais e econômicos, tais como a Análise do Ciclo de Vida Ambiental; a Análise do Ciclo de Vida Social; a Análise do Custeio do Ciclo de Vida e os efeitos finais que apresentam em todos os três principais pilares de sustentabilidade, a avaliação de sustentabilidade do ciclo de vida (*LIFE CYCLE INITIATIVE*, 2017).

Na construção de pontes, o pilar economia do desenvolvimento sustentável deve prever a eficiência de consumo de recursos naturais, analisando as pontes como um parte crítica da prosperidade econômica de uma nação e do bem-estar de uma dada comunidade. Uma tendência atual na engenharia de pontes é um projeto sustentável, para que os recursos estejam disponíveis para muitas gerações futuras, por meio de um projeto sustentável que considere esses pilares e trabalhe em seu equilíbrio (YADOLLAHI *et al.*, 2014).

Diante do ônus imposto aos recursos naturais pelas atividades de construção, devem ser avaliados os potenciais impactos ambientais, mensurados por diferentes indicadores, porque o ambiente construído deve coexistir com o meio ambiente, com o qual se encontra ligado de modo inseparável. O desenvolvimento sustentável tem relação com a energia incorporada e a energia operacional. No que refere à proporção relativa, que depende da forma de construção e, em pontes, inclui a extensão da manutenção e o fim de vida, o objetivo dos projetistas de pontes deve ser atentar a energia total mínima utilizada ao longo da vida útil da ponte (LONG *et al.*, 2008).

No âmbito da sustentabilidade, o pilar social tem alguns aspectos que são principais da indústria extrativa para matérias-primas de construção, com impacto direto negativo como corrupção ou suborno, perda de habitat, impacto em sítios arqueológicos, saúde e segurança, e em impactos positivos, na criação de emprego, educação de funcionários e desenvolvimento de habilidades, distribuição de riqueza e relacionamento com as comunidades locais (PRŮKRYL *et al.*, 2016).

O desenvolvimento sustentável fomentou a produção de mecanismos para produções futuras baseadas em minimização de impactos ao meio ambiente, diminuição de consumo de recursos e valorização dos aspectos sociais, sendo reconhecida a sustentabilidade como uma

questão essencial a ser abordada no projeto, construção, manutenção e vida útil de estruturas de pontes.

2.1.2 Pensamento do ciclo de vida

As iniciativas de 1960 para concretização do desenvolvimento sustentável possibilitaram, na década de 1970, o surgimento do conceito acerca da sustentabilidade aceito como precursor da análise do ciclo de vida (ACV), objeto deste estudo, o pensamento do ciclo de vida - *Life Cycle Thinking* (LCT), este último uma inovação relacionada ao meio ambiente que proporcionou uma base conceitual para avançar a agenda, com desenvolvimento de abordagens e ferramentas do ciclo de vida, cada vez mais comuns em seu uso nos setores público e privado (*LIFE CYCLE INITIATIVE*, 2017).

O pensamento do ciclo de vida tem como objetivos principais a redução de recursos de um produto e as emissões para o meio ambiente, e a melhoria do desempenho socioeconômico ao longo do seu ciclo de vida (Fig. 1), pressupondo-se a contribuição para a manutenção de laços entre as dimensões econômicas, sociais e ambientais no contexto de uma organização e mediante a sua cadeia de valor. De fato: “Em cada estágio do ciclo de vida, existe o potencial de reduzir o consumo de recursos e melhorar o desempenho dos produtos” (*LIFE CYCLE INITIATIVE*, 2017, p.1).

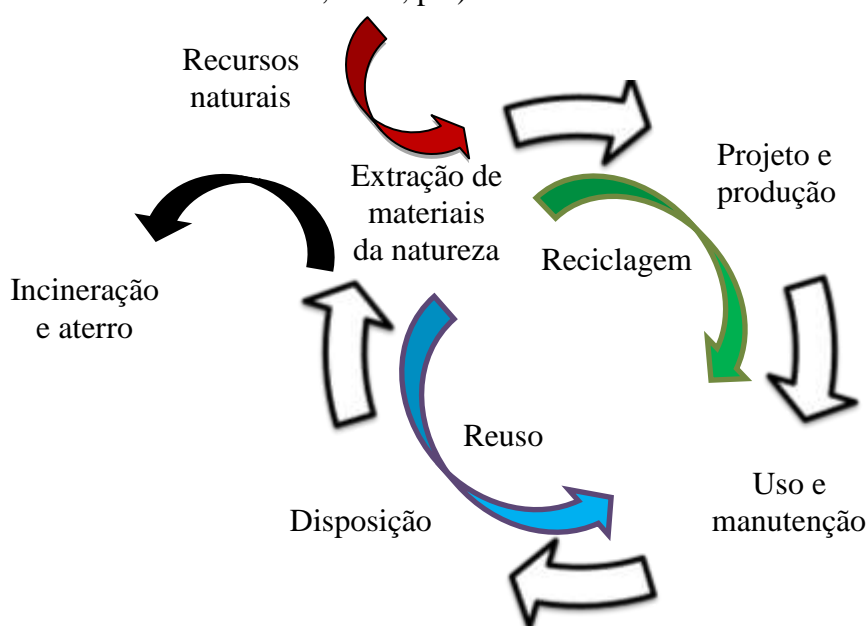


Figura 1 - Sistema de produto ou ciclo de vida
Fonte: United Nations Environment Programme (2007, p.12). Adaptado.

Nesse sistema de produto ou ciclo de vida, o início ocorre com a extração de matérias-primas de recursos naturais do solo e geração de energia. Com isso, materiais e energia passam a ser parte da produção, embalagem, distribuição, uso e manutenção, bem como eventual reciclagem, reutilização, recuperação ou disposição final (*UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME*, 2007).

2.1.3 Obras de infraestrutura - pontes

Em obras de infraestrutura, o conceito de sustentabilidade é inerente ao processo de construção e de manutenção, especialmente quando a construção dessas obras leva em conta a relação de um sistema infraestrutural com outro, como, por exemplo, as redes de transportes, de abastecimento de água e esgoto, de energia, sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, contexto em que se interligam em conexões que alcançam a todos os indivíduos.

Ao definirem infraestrutura, Uddin, Hudson e Hass (2013) ressaltam que:

O sucesso e progresso da sociedade humana depende da infraestrutura física para a distribuição de recursos e serviços essenciais ao público. A qualidade e eficiência desta infraestrutura afeta a qualidade de vida, a saúde do sistema social e a continuidade da atividade econômica e empresarial. A força econômica de uma nação é refletida em seus ativos de infraestrutura. Os ativos de infraestrutura são instalações físicas que fornecem serviços públicos essenciais, conforme exigido pelas necessidades econômicas e sociais do público.

São instalações físicas fornecedoras de serviços públicos essenciais, portanto, aquelas que se caracterizam como base fundamental sobre a qual a nação foi construída: estradas, pontes, ferrovias e sistemas de transporte de massa, esporte e lazer, habitação, sistemas de abastecimento de água, energia, telecomunicação, entre outros (MILANI, 2010).

2.1.3.1 Definição de pontes

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes 010/2004 assim conceitua ponte:

Estrutura, inclusive apoios, construída sobre uma depressão ou uma obstrução, tais como água, rodovia ou ferrovia, que sustenta uma pista para passagem de veículos e outras cargas móveis, e que tem um vão livre, medido ao longo do eixo da rodovia,

de mais de seis metros. Ficam incluídos nesta definição viadutos, passagens superiores e passagens inferiores (BRASIL, 2004a, p. 3).

As pontes podem ser classificadas, de acordo com o seu comprimento, como:

- galerias (bueiros): de 2 a 3 metros;
- pontilhões: de 3 a 10 metros;
- pontes: acima de 10 metros.

Trata-se de uma classificação indicada apenas com a finalidade de apresentar as denominações que as pontes recebem em função de seu comprimento ou porte, embora não exista consenso nem se justifique a atribuição de grande importância com relação à sua dimensão (EL DEBS; TAKEYA, 2007). Neste trabalho, considera-se pontes de pequenos vãos as pontes com comprimentos de até 20 metros.

As pontes de pequenos vãos e pontilhões fazem parte da infraestrutura pública, e, na observação da sua importância para a sociedade em termos econômicos, sociais e ambientais, de acordo com Marchetti (2008, p. 2), uma ponte detém requisitos fundamentais que incluem as seguintes apresentações:

- funcionalidade: a ponte deverá satisfazer, de forma perfeita, as exigências de tráfego e de vazão, dentre outros;
- estética: a ponte deve apresentar um aspecto agradável e harmônico com relação ao ambiente na qual está situada;
- durabilidade: durante o período previsto de vida útil, a ponte deverá atender às exigências para a qual foi construída (MARCHETTI, 2008).
- economia: previamente à construção de uma ponte, um estudo comparativo entre várias soluções deve ser realizado, com escolha da mais econômica se forem atendidos todos os itens de funcionalidade, segurança, estética, economia e durabilidade.

No que se refere à segurança das pontes, as estruturas devem ser concebidas, calculadas e detalhadas de modo a satisfazer os requisitos de qualidade, garantindo que, para todas as combinações de ações suscetíveis de intervir durante sua construção e utilização, sejam respeitados os estados limites últimos e os estados limites de serviço, bem como as condições de durabilidade requeridas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003).

Das diversas tipologias e materiais estruturais, destacam-se algumas das mais frequentes:

- a) Pontes mistas aço/concreto

A ponte mista é descrita como a junção de dois ou mais materiais que estão presentes na construção de sua estrutura. É composta por viga mista que permite a exploração da capacidade de resistência à compressão do concreto e a resistência à tração do aço, mediante extração da melhor característica de cada material e criando soluções com melhor desempenho estrutural. As peças de aço podem ser menores e mais esbeltas, com redução do peso próprio de modo que o projeto pode ter fundações com carregamento reduzido, conduzindo a alternativas econômicas. Nesse sentido: “Estruturas mistas são muito recorrentes em vigas de pontes, em que o tabuleiro é constituído por uma laje de concreto armado ligada a longarinas (vigas longitudinais) em aço por conectores mecânicos de cisalhamento” (SCHMITZ, 2014, p. 23).

b) Pontes de concreto armado

O concreto utilizado na construção das obras de arte especial (pontes) deve ser medido e controlado conforme indicações da NBR 6118 (2014) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2014) e no Manual de Construção de Obras de Arte Especiais do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), devendo o projeto especificar a resistência e as características mínimas necessárias para atender a todas as fases de solicitações e nas idades previstas para sua ocorrência.

Todos os métodos construtivos se aplicam bem às obras de concreto. As grandes vantagens do concreto são a durabilidade (porém, manutenção é sempre necessária), a resistência ao fogo e a compressão e a liberdade de escolha da forma. As desvantagens são a falta de resistência à tração, a retração e a fluência (STUCCHI, 2006).

c) Pontes de concreto protendido

A deficiente resistência à tração do concreto levou a que, desde o início, se pensasse em colocar sob compressão as zonas tracionadas das estruturas de concreto por meio de uma protensão, de tal modo que os esforços de tração tenham, em primeiro lugar, de anular essas tensões de compressão antes que surjam tensões no concreto.

De acordo com Leonhardt (1979), as vantagens peculiares ao concreto protendido são:

- em virtude do emprego de materiais de resistência elevada (tanto o aço como o concreto), o concreto protendido permite vãos maiores e estruturas mais esbeltas, de menor peso próprio do que as de concreto armado;

- a protensão melhora a capacidade de utilização, impedindo que as fissuras se desenvolvam no concreto ou, pelo menos, permite que as aberturas de fissuras possam ser limitadas com segurança a um valor não prejudicial, o que aumenta a durabilidade;
- as estruturas de concreto protendido apresentam elevada resistência à fadiga, porque a amplitude de oscilações das tensões no aço – mesmo no caso de protensão parcial – permanece pequena e, com isso, muito abaixo da resistência à fadiga;
- as estruturas de concreto protendido podem suportar consideráveis excessos de carga sem danos remanescentes. As fissuras que surgem por ocasião do excesso de carga voltam a se fechar por completo, desde que as tensões no aço permaneçam abaixo do limite de 0,01%.

d) Pontes pré-moldadas em concreto armado

De acordo com El Debs (2000), o concreto pré-moldado apresenta duas características, sendo elas a industrialização da construção e a execução racionalizada das estruturas. Dessa forma, os elementos são fabricados fora de sua posição definitiva.

Para este trabalho de pesquisa, considera-se relevante inserir mais um requisito, que se refere a indicadores de sustentabilidade de pontes.

2.2 REVISÃO DE LITERATURA: CASOS RELACIONADOS

O estado da arte foi realizado através de revisão sistemática de literatura, com buscas por meio de palavras chaves em diferentes plataformas de base. Das publicações encontradas nas bases de dados, que continham um ou alguns dos descritores pesquisados, optou-se por delimitar o estado da arte ao período de 2010 a 2019. A descrição das obras obedece a uma ordem ascendente na data de publicação, para descrição de alguns dos artigos encontrados e elaboração de associações quanto aos temas de investigação, quando pertinentes.

Nessa investigação sobre produções acadêmicas relacionadas ao tema em pontes e ao conceito de sustentabilidade de pontes, registram-se alguns estudos que têm enfoque no tema desta tese.

Uma das primeiras obras apresentadas neste estado da arte foi publicada por Rantala (2010), realizando uma pesquisa sobre a Ponte do Canal Mälkiä, como parte do Projeto

Nórdico ETSI, com o objetivo de calcular os custos do ciclo de vida dessa ponte quanto aos impactos ambientais, bem como para testes de ferramentas para o Projeto ETSI, que significa *Bridge Life Cycle Optimization*, uma metodologia do custo do ciclo de vida da ponte (ACC), avaliação ambiental do ciclo de vida das pontes (ACV). O método de análise incluiu cálculos de ACC, que foram conduzidos com utilização da ferramenta Web ACC, cuja base é um programa na web que pode ser utilizado para calcular os preços e leva em conta as perturbações do tráfego. Já a ACV foi realizada utilizando a ferramenta Bridge LCA, baseada no Excel que aproveita o MATLAB, uma ferramenta matemática para Engenharia, em seus cálculos. Quanto aos cálculos de impacto ambiental, foram realizados pelo cálculo da emissão de materiais de fabricação, construção, transporte, reparação e manutenção, sendo os valores usados para emissões extraídos da base de dados Ecoinvent. A ponte foi projetada para suportar 100 anos.

No que se refere ao histórico de sustentabilidade, apresenta-se o trabalho de Wass *et al.* (2011), que estudaram aspectos relacionados ao tema, com descrição de conceitos acerca dos termos desenvolvimento sustentável, sustentabilidade e sustentável, atribuindo a gênese da terminologia ao documento registrado por Hannss Carl von Carlowitz, em 1713, da expressão alemã “*nachhaltende nutzung*” (uso sustentável), em sua publicação sobre silvicultura sustentável. Relacionam os principais registros atinentes ao desenvolvimento sustentável, ao longo do tempo, desde a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (UNCHE, 1972); a Estratégia Mundial de Conservação (WCS; 1980); o Relatório Bruntland, Nosso Futuro Comum (1987); a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED, 1992); a Cúpula do Milênio das Nações Unidas e a Carta da Terra (2000); a Cúpula Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (WSSD, 2002); e a Rio + 20 Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (UNCSD), planejada em 2012.

Ainda em 2011, Boulenger apresentou uma tese voltada ao estudo da avaliação do ciclo de vida, como uma alternativa para a preocupação manifesta da sociedade com os impactos ao meio ambiente, face aos desafios do desenvolvimento sustentável, e quanto à disponibilidade de ferramentas ambientais que auxiliem no processo de tomada de decisão para a escolha da alternativa mais ambientalmente correta. Refere ferramentas de avaliação disponíveis como Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), Análise de Fluxo de Materiais (AFM) ou Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) e a Avaliação do ciclo de vida (ACV), para que setores envolvidos por essas questões tomem as melhores decisões de investimento,

destacando que o setor da construção é um dos setores mais influentes em termos de impactos ambientais, responsável por mais de 40% do uso global de energia e um terço das emissões globais de gases de efeito estufa, em países desenvolvidos e em desenvolvimento e com o maior potencial para gerar emissões de gases de efeito estufa significativas e de longo prazo. Nessa perspectiva, este trabalho apresenta uma ACV simplificada, com a metodologia ReCiPe, associados à construção de duas estruturas fictícias: uma ponte e um túnel.

Kuhlmann *et al.* (2011) realizaram pesquisa em três pontes selecionadas com metodologia de avaliação holística que analisou aspectos da gestão ambiental, econômica e sociocultural. Essas três pontes foram estudadas ao longo do ciclo de vida, sendo que algumas características específicas das pontes mostraram análise de sustentabilidade, permitindo-se a elaboração de um banco de dados holístico para pontes, decorrente de avaliação com utilização de critérios de sustentabilidade. O banco de dados para construção de ponte deve fornecer a base para o apoio à decisão de planejamento e apoio para os editais de licitações, de acordo com critérios de sustentabilidade.

No âmbito da sustentabilidade, o setor de materiais de construção é citado como o terceiro maior emissor de CO₂ do setor industrial no mundo, sendo que a maioria dessas emissões se relaciona à fabricação do concreto e as abordagens à construção sustentável são criticamente necessárias. Em estudo, Habert *et al.* (2012) têm como base a informação de que o aumento da resistência mecânica do concreto eleva o impacto ambiental por metro cúbico de concreto produzido pelo aumento do teor de cimento. A pressuposição é de que a quantidade de concreto para a construção de determinado elemento estrutural pode sofrer redução e o estudo avalia as consequências ambientais do uso do concreto de alto desempenho em vez de concreto comum para uma ponte. A metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida baseada em padrões internacionais da série ISO 14040 é usada para comparar essas soluções. As incertezas devido à coleta de dados são levadas em consideração. Dentre suas conclusões, Habert *et al.* (2012) indicam que as incertezas na avaliação ambiental não são insignificantes e representam 20% do impacto ambiental para a maioria das categorias de impacto.

Conclusões como estas reforçam a preocupação com os danos ambientais como resultado do esgotamento dos recursos naturais e do consumo, responsabilizando a indústria da construção como a maior responsável por esse consumo, de modo que esta tem vinculação direta com a necessidade de desenvolvimento de novas infraestruturas em razão da demanda de transporte de massa na União Europeia, estimando que as decisões tomadas neste momento terão efeito a longo prazo, com respeito às questões ambientais para todo o ciclo de vida de

uma ponte. A necessidade de avaliação no atual gerenciamento de projetos foi registrada na obra de Du e Karoumi (2013), em estudo de caso relacionado à Banafjäl Bridge, na linha de Bothnia, uma nova linha férrea de alta velocidade aberta ao tráfego em 2010. A proposta dos autores apresentou um modelo quantitativo simplificado de ACV, com o objetivo de comparar o desempenho de dois projetos de pontes ferroviárias, mediante fornecimento de informações ambientais aos tomadores de decisão quando necessário decidir sobre o *layout* de uma ponte em um estágio inicial no processo de projeto.

Estudo de Padgett e Tapia (2013) realizou revisão da relação entre o riscos naturais e a sustentabilidade, avaliando a infraestrutura da ponte com ênfase nos indicadores ambientais. Um método baseado em riscos para a análise da sustentabilidade ambiental do ciclo de vida é apresentado para quantificar indicadores ambientais de sustentabilidade para estruturas submetidas a múltiplas ameaças que, posteriormente, podem ser integradas em um quadro abrangente de sustentabilidade considerando os três pilares da sustentabilidade. O modelo é aplicado em um estudo de caso para quantificar indicadores de desempenho sustentável para uma ponte deficiente para abalos sísmicos e para avaliar o impacto da adaptação sísmica na vida útil da ponte em termos de emissões esperadas de dióxido de carbono (CO₂) e energia incorporada. A sua aplicação proporciona uma visão sobre a sustentabilidade de danos atenuantes de riscos naturais através da adaptação de estruturas deficientes, considerando a incerteza na ocorrência de perigo, desempenho estrutural e ações de reparação ou reconstrução que afetam o gasto de energia e as emissões. Um estudo de caso é apresentado para avaliar indicadores de sustentabilidade ambiental para pontes individuais e para um portfólio regional de pontes susceptíveis de envelhecimento e riscos sísmicos.

Os riscos naturais também foram assunto para a publicação de Dong, Frangopol e Saydam (2013) com relação a abalos sísmicos e a inundações de pontes, sobre os quais realizaram estudo com o propósito de apresentar uma estrutura que avalie a sustentabilidade variante no tempo, de pontes sob condições de perigo sísmicas, com possibilidade de deterioração. Na abordagem, o estudo aponta efeitos de erosão induzida por inundações na fragilidade sísmica, e a sustentabilidade é quantificada conforme a métrica ambiental e econômica, termos que incluem o tempo de inatividade esperado, número de fatalidades, desperdícios de energia esperados e emissões de dióxido de carbono, bem como a perda esperada. Dentre as conclusões obtidas, destaca-se que “A quantificação da sustentabilidade em termos de métricas sociais, ambientais e econômicas fornece compreensão do insight do risco presente e futuro associado ao fracasso de uma estrutura após perigos do cenário”. Uma

das conclusões do trabalho aponta como a deterioração pode induzir severa redução na capacidade estrutural, as pontes localizadas em regiões propensas a alta corrosão podem ser um problema em se fazer avaliação comparativa da sustentabilidade entre as pontes.

Destacando o crescimento no foco do desenvolvimento sustentável na indústria de pontes, nos últimos anos, em termos de impactos econômicos e ambientais, Sagemo e Storck (2013) elaboraram uma tese com o objetivo de avaliar novos materiais e conceitos na indústria de pontes, do ponto de vista da sustentabilidade, implementando a análise de custos do ciclo de vida e a avaliação do ciclo de vida em um estudo de caso, avaliando a competitividade de três diferentes projetos de pontes em termos de custos e impacto ambiental. Um projeto com uma ponte composta de aço/concreto convencional foi comparado a dois conceitos relativamente novos em que a laje de concreto é substituída por uma laje de aço em sanduíche e uma laje de polímero reforçado com fibra. Análises feitas em Gotemburgo, Suécia, mostram que a maioria dos custos ocorre na fase de investimento, enquanto os custos na fase de fim de vida são insignificantes. O estudo conclui que “A solução em sanduíche de aço tem potencial para se tornar economicamente competitiva no mercado devido à sua montagem leve, de alta resistência e rápida. No entanto, ela precisa ser desenvolvida ainda, uma vez que muitos detalhes estruturais permanecem sem solução. Essa análise não dá uma imagem completa da alternativa de sanduíche de aço, mas uma indicação de possibilidades futuras” (SAGEMO; STORCK, 2013, p. 71).

Em estudo realizado por Hammervold, Reenaas e Brattebo (2013), o objetivo foi buscar identificar parâmetros relevantes que afetam o desempenho ambiental de três pontes construídas com diferentes materiais: aço, concreto e madeira, como insumos para uma metodologia de um projeto otimizado para ciclo de vida para pontes. Especificamente no ciclo de vida de uma ponte, o questionamento da pesquisa foi quanto ao local onde ocorrem grandes impactos ambientais, a quais tipos de categorias de impacto ambiental dominam, quais materiais e atividades estão relacionados e, principalmente, em que componentes da ponte são encontrados. No objeto de estudo, a área de superfície das pontes é a área efetiva em uso, sendo a fase de uso de cem anos e a fase de demolição incluída.

As conclusões do estudo indicam que os materiais mais importantes em relação ao desempenho ambiental das pontes são os materiais principais das estruturas de suporte de carga (superestrutura), que incluem o aço para construção, concreto, madeira laminada; na sequência, por ordem de importância, vêm o concreto e a armadura nos pilares. Depois, os parapeitos e os materiais de revestimento, qual seja, a capa de asfalto. São relevantes,

também, o tratamento de impregnação, a pintura da madeira e o tratamento superficial do aço, com menor importância para o uso de equipamento de construção e transporte de materiais e de pessoal, em todas as fases do ciclo de vida das pontes (HAMMERVOLD; REENAAS; BRATTEBO, 2013).

Cabe observar, também, que os resultados de um estudo não podem ser generalizados para todos os tipos de projetos de pontes e materiais componentes, bem como que uma análise do ciclo de vida de pontes indica que a utilização de metodologias para uma categoria de impacto único permite obter um resultado diferente, comparativamente à inclusão de mais categorias, justificando a importância de incluir o maior número de categorias de impacto ambiental possível em análises comparativas (HAMMERVOLD; REENAAS; BRATTEBO, 2013).

Ao se proceder à análise da sustentabilidade em estruturas de pontes, três categorias principais devem ser observadas: a primeira delas se relaciona com qualidade ambiental e quanto à análise de emissões, no âmbito da avaliação de ciclo de vida; em seguida, a qualidade econômica abrange os custos presentes em todos o ciclo de vida; por fim, os fatores associados à qualidade social e funcional das obras de arte são a categoria de análise do ciclo de vida. A aplicação dessa abordagem ao ciclo de vida de pontes, de cunho holístico, permite considerar todos os fatores ou ações que podem afetar as estruturas em todas as fases da sua vida (MAIER *et al.*, 2013).

Em uma análise de ciclo de vida de pontes, visando a uma perspectiva de sustentabilidade, deve ser considerada a fase de construção e é preciso levar em conta o ciclo de vida de 100 anos ou o que determina o projeto dessas estruturas, porque são de longa duração e estão sujeitas a diferentes processos de degradação com o tempo. Dentre os tipos de degradação a que estão sujeitas, são registradas a fadiga, a corrosão e a carbonatação (MAIER *et al.*, 2013).

Para Nielsen, Raman e Chattopadhyay (2013), os estudos sobre a análise do custo do ciclo de vida mostram que um de seus aspectos é explicar as incertezas associadas com manutenção de ponte, indicando como uma técnica comum a esses casos a aplicação da simulação de Monte Carlo, e também dos diversos sistemas de gerenciamento de pontes (BMSs) disponibilizados no mercado para auxiliar os proprietários na gestão da infraestrutura de pontes ativas. Entretanto, em condições australianas, muitos BMSs não consideram a análise do custo do ciclo de vida, de modo que as decisões que vêm sendo tomadas pelos

gestores australianos têm como base de decisão para a prioridade de reparo a condição visual e o risco avaliado.

Referindo-se às abordagens holísticas que têm sido aplicadas em estudos relacionados ao desenvolvimento sustentável na indústria de pontes, foi realizada análise do custo do ciclo de vida e uma avaliação do ciclo de vida de quatro alternativas diferentes de projeto de ponte: uma ponte composta de aço-concreto convencional, e três pontes de aço com lajes de polímero reforçado com fibra. Para o custo do ciclo de vida foi incluído o custo de agência: construção, manutenção e fim da vida útil; e, os custos do usuário: custos de atraso de viagem e custos de operação do veículo. Os resultados obtidos mostram que a alternativa de pontes de aço com lajes de polímero reforçado com fibra gerou custos e emissões muito altos ao longo de todo o ciclo de vida, considerada uma solução inadequada (MARA *et al.*, 2013).

Também Kuhlmann *et al.* (2014) fizeram referência à abordagem holística na construção e na avaliação do ciclo de vida de pontes, observando que um mero desvio no custo da construção poderá trazer mudanças. O estudo compreendeu a avaliação do ciclo de vida de três diferentes pontes, correspondendo a vãos específicos: viadutos rodoviários; pontes rodoviárias de curto a médio porte; e, viadutos grandes com comprimentos totais de até 450m e vãos superiores a 75m foram considerados com base em dados reais. As investigações mostraram que, tendo como base estruturas de referência, as condições de contorno existentes, como a fundação e a extensão, uso da rua, etc., entre a ponte e as tarefas da construção, devem ser consideradas para a avaliação de sustentabilidade.

Du *et al.* (2014, p. 1948) analisaram vinte indicadores ambientais apresentados em cinco projetos de ponte, buscando remediar a ausência de um espectro completo de indicadores ambientais no estado atual da arte. Os resultados da análise mostram que: “O sistema de ponderação monetária e as incertezas em variáveis-chave, como a taxa de reciclagem de aço e o teor de cimento, podem afetar significativamente o resultado da ACV”.

Além disso, foram identificadas as influências variáveis em diferentes categorias de impacto decorrentes dos materiais, elementos estruturais e projetos gerais, constatando que o resultado pode ser amplamente afetado pelos limites do sistema, e também pelo ambiente circundante, bem como das incertezas de entrada, os indicadores de impacto considerados e os sistemas de ponderação aplicados, de modo que não é possível concluir sem que sejam especificados esses problemas e que a proposta mais viável de ACV deve ser selecionada para avaliação de um projeto de ponte (DU *et al.*, 2014). Este artigo apresenta uma estrutura

abrangente de ACV para pontes rodoviárias, em conformidade com a metodologia ReCiPe (H).

Tapia (2014) aborda a questão das pontes deterioradas, destacando que, em especial em regiões mais vulneráveis e perigosas, não somente representam uma ameaça à segurança pública, mas perturbam muitos aspectos da região, que envolvem a economia e o meio ambiente. O aumento da preocupação com a sustentabilidade requer considerar não somente o econômico, mas os indicadores ambientais e sociais no desempenho de pontes em condições naturais. O objetivo foi apresentar dois quadros: uma análise de sustentabilidade do ciclo de vida para quantificar indicadores de sustentabilidade baseados em risco do desempenho da ponte e um quadro de otimização multiobjetiva para seleção de melhoramentos e reparos com base em objetivos de sustentabilidade.

Os valores resultantes do ciclo de vida da sustentabilidade e as combinações de melhorias e remodelações destacam os impactos que as manutenções têm na redução dos valores esperados de indicadores de sustentabilidade ao longo da vida e revelam relações entre os indicadores ambientais de vida, econômicos e de sustentabilidade social para pontes sujeitas a riscos naturais (TAPIA, 2014).

Furuta *et al.* (2014, p. 2283), por sua vez, asseveram que um grande número de pontes requer uma gestão que busque equalizar o custo de manutenção anual e, para isso, é preciso manter um orçamento estável, um plano de manutenção para redução de custos e garantia da segurança de pontes em ambientes incertos. Os autores propuseram um método de planejamento ótimo para um grande número de pontes em dois estágios, também utilizando o Algoritmo Genético (AG), sendo que a etapa inicial realiza a otimização do plano de manutenção para ponte única, considerando a manutenção preventiva. Depois, o método proposto minimiza o total de custo do ciclo de vida de um grande número de pontes “[...] usando cada plano de manutenção obtido para ponte única, modificando-o usando tais períodos envolvidos no plano de manutenção, e calcular o ACC total somando o ACC para ponte única”, sendo ainda investigados os efeitos da equalização de custos.

Hatami e Morcou (2014) realizaram estudo comparativo em tabuleiros de ponte em uma proposta de apresentação de análise de custos de ciclo de vida para diferentes alternativas de sobreposição da laje, utilizando o software RealCost para as decisões de sobreposição de fumos de sílica, de polímero epóxi e de poliéster, comparado com lajes descobertas, com relação ao valor presente líquido. Foram utilizadas as ferramentas de análise de custo do ciclo de vida para a simulação Monte Carlo, para a mostra da entrada e geração de uma função de

distribuição de probabilidade (PDF) para os diversos indicadores econômicos considerados na análise.

Em seu estudo, Du (2015) implementou a ACV em ponte, eventualmente integrando-a no processo de tomada de decisão para mitigar o fator ambiental em um estágio inicial. A ferramenta desenvolvida (chamada *Green Bridge*) permite a comparação e a análise simultânea de dez pontes viáveis em qualquer nível de detalhe, e a estrutura foi utilizada em casos reais na Suécia. Os tipos de pontes estudados incluem: ponte ferroviária; pontes rodoviárias de aço; ponte composta de viga de aço; ponte de viga de concreto; ponte de viga em balanço; e ponte de madeira.

Os resultados indicam que o desempenho ambiental de pontes está intimamente ligado à escolha do tipo de material da ponte, considerando que diferentes tipos de materiais ou de pontes têm desempenho ambiental diferente, mostrando a importância para as autoridades reformularem as políticas de intervenção no processo de tomada de decisão. Destaca-se que o aquecimento global e o consumo de energia são dois indicadores populares na realização de ACV em pontes, embora o ideal seja cobrir o maior número de indicadores possíveis para refletir o espectro completo do desempenho no meio ambiente. Além disso, ainda que o Manual ILCD e uma série de normas ISO tenham sido publicados para orientar a prática da ACV, eles orientam para um amplo conjunto de diferentes campos. A falta de manual ACV para pontes é percebida como o principal problema que impede a prática. O resultado dessa pesquisa pode servir como recomendação para que os tomadores de decisão selecionem a proposta mais viável da ACV para minimizar os danos ambientais (DU, 2015).

Rydén (2015), em sua dissertação pelo *Royal Institute of Technology*, enfocou a diferença no impacto ambiental e possíveis economias do meio ambiente realizando uma comparação entre diferentes tipos de concreto utilizados em uma ponte mista aço/concreto de uma empresa de construção nórdica. Os três tipos de concreto avaliados são os seguintes: concreto tradicional, concreto tradicional com 5% de escória como parte dos aglomerantes e concreto pré-compactado, empregando para o estudo da Avaliação do Ciclo de Vida, usando o software GaBi. O resultado comparativo dos três tipos de concreto confirmou que o concreto pré-compactado proporciona um impacto ambiental menor, e que a substituição do concreto tradicional pelo pré-compactado permite mitigar os impactos causados ao meio ambiente.

Pang *et al.* (2015) abordam as questões relacionadas às pontes antigas na China, a maioria delas precisando de manutenção (reforço), o que leva ao consumo de grandes quantidades de materiais e recursos energéticos, produzindo emissões para a atmosfera e

resíduos sólidos. Em seu estudo, os autores realizam avaliação do ciclo de vida de uma ponte rodoviária com quatro planos diferentes de manutenção, utilizando o eco-indicador 99 para representar um impacto ambiental total de pontuação da ponte. O método de ACV foi adotado para rastrear os materiais e recursos energéticos através das várias etapas do ciclo de vida da ponte, para calcular o impacto ambiental para a qualidade do ecossistema, da saúde humana, consumo de energia e recursos.

Para Safi, Sundquist e Karoumi (2015), a questão de investimentos em pontes foi objeto de estudo, visando auxiliar as decisões usando dados compilados em seus sistemas de gerenciamento de pontes (*bridge management systems* - BMSs), bem como um processo de licitação justo e transparente para obter o projeto de ponte mais eficiente em termos de custo de ciclo de vida. Para tanto, segue três etapas principais: uma Análise do Custo do Ciclo de Vida (ACCA) preliminar; estabelecimento de *benchmarks* monetários eficientes para ACC; e formulação de critérios de avaliação de propostas. Com o uso de um novo parâmetro – o ACC de valor agregado – para avaliar os resultados do ACCA preliminar e estabelecer os parâmetros de referência monetários eficientes em ACC, os resultados deverão mostrar a menor oferta de ACC, que será usada como o principal critério para determinar a proposta economicamente mais vantajosa.

Afirmando que muitos países têm usado o gerenciamento de pontes (BMSs) como a principal etapa para a gestão efetiva de suas pontes, Safi, Sundquist e Karoumi (2014) comentam sobre a escassez no uso de análise de custos do ciclo de vida, embora essa análise tenha sido aplicada no apoio a decisões relacionadas a pontes existentes. A proposta dos autores mostra a necessidade de um BMS com ferramentas abrangentes de custos de ciclo de vida, no auxílio aos tomadores de decisão em todos os níveis e em todas as fases na seleção da alternativa mais econômica e apresenta o sistema sueco de gerenciamento de pontes e túneis (*Swedish Bridge and Tunnel Management System* - BaTMan), no formato de um esquema abrangente de implementação de análise de custos do ciclo de vida.

Sabatino, Frangopol e Dong (2015) consideraram o envelhecimento de materiais de pontes rodoviárias, em sua vida útil, com efeitos significativos no desempenho estrutural, devendo-se realizar um abrangente procedimento de avaliação de risco de modo a mitigar as consequências prejudiciais do colapso estrutural para a economia, a sociedade e o meio ambiente. Em sua afirmação, a proposta de estrutura de suporte à decisão baseada em sustentabilidade fornece aos tomadores de decisão ações de manutenção ideais para o ciclo de vida que equilibram os objetivos conflitantes, de modo que “A teoria da utilidade é

empregada aqui para capturar efetivamente o desempenho de sustentabilidade das pontes rodoviárias e o impacto da atitude de risco do tomador de decisão”.

Arya, Amiri e Vassie (2015) destacam a importância do impacto em questões da sustentabilidade relacionadas a projetos de infraestrutura civil, a exemplo de pontes, recomendando aos engenheiros civis e estruturais que tenham métodos à sua disposição que os ajudem a entregar projetos sustentáveis. Em seu estudo, descreve um modelo de avaliação de sustentabilidade de pontes, utilizando indicadores como as alterações climáticas, a utilização de recursos, resíduos, biodiversidade e patrimônio, o ruído, o pó, a vibração, a estética, o emprego e negócios, custos de construção, custos de manutenção e custos de atraso do usuário, descrevendo o objetivo de cada indicador e fornecendo detalhes sobre os métodos de medição. O estudo foi aplicado em três tipologias de pontes: mista aço/concreto, vigas em concreto protendido e uma em laje.

Com o objetivo de apresentar um modelo de minimização de custos do ciclo de vida de pontes, para adaptação por uma administração rodoviária, Almeida, Teixeira e Delgado (2015) desenvolveram um método realizando testes com abordagens combinadas, visando otimizar planos de intervenções de manutenção em um conjunto de pontes de concreto de modo a prever degradações ao longo do tempo e a analisar os custos. A identificação dos parâmetros mais relevantes da análise e a avaliação da incerteza associada aos resultados finais foram realizadas mediante um estudo de sensibilidade e análise probabilística usando o método de simulação Monte Carlo, bem como foi desenvolvido um software que permitiu a combinação das previsões de degradação e custo em um processo otimizado, com base em um Algoritmo Genético (AG), para encontrar o melhor planejamento de intervenção para todas as pontes no período de tempo considerado na análise, concluindo sobre a importância de investir na calibração adequada do modelo de degradação das pontes, porque as condições ambientais da ponte podem influenciar a análise de custo do ciclo de vida.

A sustentabilidade e a resiliência são propriedades importantes do transporte à infraestrutura (LI *et al.*, 2016), e diante do aumento de situações patológicas identificadas em pontes, alguns novos conceitos com pouca difusão têm sido enfatizados: desempenho, durabilidade, ambiente, conformidade, ciclo de vida e manutenção (MASCIA; SARTORTI, 2011), sendo que o termo durabilidade passou a ser estudado com mais detalhes, diante de efeitos de desgastes como o intemperismo, ataque químico, abrasão ou outro processo que deteriore a estrutura de pontes. Países como os Estados Unidos, Espanha, França, Grã-Bretanha e Japão, assumiram a durabilidade de pontes como questão de importância com

investimentos significativos na proteção das construções, e vinculando as ações para além das características associadas à resistência mecânica dos materiais (De LEÓN; HONORATO, 2015).

Estudo visando fornecer uma avaliação abrangente do impacto ambiental de ponte com incerteza de dados foi realizado por Zhang, Wu e Wang (2016), atribuindo distribuições de probabilidade nos parâmetros considerados, avaliando a variabilidade na aquisição de inventário e identificando os parâmetros-chave com impactos ambientais significativos, em estudo realizado em uma ponte em uma província da China. Como métodos, o estudo utilizou a avaliação de ciclo de vida com análise conduzida de modo berço ao fim de vida e a consideração sobre a fonte da incerteza da ACV. Foi aplicado um método estatístico para quantificar a incerteza de dados de inventário buscando calcular a distribuição de probabilidade dos dados, com propagação da incerteza realizada por meio da simulação de Monte Carlo e identificado o valor para o resultado da avaliação da análise de sensibilidade (ZHANG; WU; WANG, 2016).

Diferentes métodos e critérios sustentáveis utilizados para a tomada de decisões em cada fase do ciclo de vida de uma ponte foram abordados por Penadés-Plá *et al.* (2016) desde o projeto até a reciclagem ou a demolição da estrutura, quando é necessária a tomada de decisões porque o transporte de materiais correspondente tem impacto em três dos pilares da sustentabilidade. Realizam revisão de literatura examinando artigos publicados sobre o tema nos quais foi utilizado o método de processo de tomada de decisão de Atributo Múltiplo (MADM) e a Decisão Multiobjetivo (MODM). Esse artigo examina 77 artigos de periódicos para os quais diferentes métodos foram utilizados. O objetivo da revisão foi classificar e analisar os critérios aplicados para a construção de pontes sustentáveis e expor uma amostra de estudos para apontar as diferenças entre esses dois processos, com revisão realizada para cada fase do ciclo de vida da ponte, mostrando também a divisão multicritérios (MCDM). Os resultados indicam que o método MCDM deve ser selecionado com o propósito de obter uma ponte sustentável, porquanto esse processo é considerado vantajoso para selecionar a solução mais sustentável a partir de uma ampla gama de problemas de ponte, destacando o que pode ser feito para se chegar a um consenso entre os pilares básicos da sustentabilidade (PENADÉS-PLÀ *et al.*, 2016).

O aproveitamento de pontes existentes, mediante avaliação do ciclo de vida, tem registros de Bizjak *et al.* (2016), que realizaram pesquisa com base no estudo de caso de um projeto de reabilitação de uma ponte de aço sem lastro, a Ponte Buna, na Croácia, que utiliza

o uso de concreto reforçado com fibra de ultra-alto desempenho (*ultra-high-performance fibre-reinforced concrete* - UHPFRC) para a construção e composição da laje. A razão para usar esse material inclui as propriedades mecânicas demonstradas e a durabilidade extraordinária, além do fato de que é necessária menor espessura da laje do que com o concreto normal, o que significa menos carga morta adicionada para a estrutura existente, minimizando problemas relacionados ao ajuste da geometria da subestrutura, em ambos os lados da ponte para a nova altura da ponte.

Um dos métodos utilizados para a avaliação do ciclo de vida de pontes, o método ReCiPe, também foi recomendado por Huijbregts *et al.* (2017, p. 3), confirmando que “O ReCiPe fornece uma implementação harmonizada de caminhos de causa e efeito para o cálculo de ambos fatores de caracterização de ponto médio (*midpoint*) e ponto final (*endpoint*)”. Para a avaliação de impacto do ciclo de vida visando caracterização de fatores de seleção, os autores atualizaram o método para a versão de 2016, adicionando outros caminhos extras de danos: impactos do uso da água na saúde humana, nos ecossistemas de água doce e nos ecossistemas terrestres; impactos da mudança climática nos ecossistemas de água doce; e impactos da formação de ozônio troposférico nos ecossistemas terrestres.

O ReCiPe2016 fornece um método de última geração para converter inventários de ciclo de vida em um número limitado de escores de impacto do ciclo de vida no nível do ponto médio e do ponto final, especialmente com a inclusão de três categorias de pontos finais: saúde humana, qualidade do ecossistema e escassez de recursos, e mais 18 categorias intermediárias (HUIJBREGTS *et al.*, 2017).

Observa-se, na literatura, que os estudos sobre sustentabilidade de pontes têm alcançado outros critérios de avaliação e análise. Dong e Frangopol (2016) têm focado as mudanças climáticas e a probabilidade de que desastres naturais extremos possam afetar o desempenho do ciclo de vida das pontes rodoviárias com respeito à prevenção e à melhoria desses equipamentos antes das ocorrências.

Em sua publicação, Dong e Frangopol (2016) avaliam a resiliência de pontes rodoviárias sob múltiplos riscos dependentes do tempo, investigando efeitos de terremotos e inundações, perdas de risco no ciclo de vida com e sem os efeitos de envelhecimento e cálculo de alterações climáticas. O contexto da engenharia com base no desempenho, assim como os riscos e as métricas de resiliência, fornecem ao tomador de decisão as informações necessárias para avaliar os sistemas estruturais após os desastres.

As questões referentes aos desgastes dos materiais de pontes rodoviárias em regiões de clima frio foram abordadas por Veganzones Muñoz *et al.* (2016, p.1), especialmente em um elemento estrutural que é o sistema de vigas de borda da ponte (*bridge edge beam system - BEBS*), uma preocupação dos gestores de pontes, considerando que “As condições adversas devido a condições meteorológicas, geada, salpicos de água salgada e colisões de automóveis a que o BEBS está exposto aceleram a sua deterioração, o que resulta, nomeadamente, na corrosão do aço e na fissuração e fragmentação do concreto”. A proposta para redução dos custos da medida do ciclo de vida inclui um projeto com aço inoxidável aplicado a um tipo de solução e é avaliada a partir de uma perspectiva do custo do ciclo de vida.

As mudanças climáticas dos últimos anos têm provocado maiores desastres naturais, com identificação de que diversas infraestruturas civis se encontram em más condições, confirmando o fracasso de sua função pública, causando perda social e econômica de grandes dimensões. São eventos que mostram o reconhecimento da importância da infraestrutura civil resiliente e assim também com relação à estratégia de desenvolvimento sustentável (LI *et al.*, 2016).

Kim *et al.* (2017) comentam sobre o *Paris Agreement of Conference of the Parties 21 (COP21)*, que atribui a todos os países a responsabilidade de reduzir a emissão de gases de efeito estufa. Diante da preocupação em relação ao aquecimento global e ao aumento da poluição do ar, indicam a necessidade de avaliar as condições do ambiente na indústria da construção, mediante avaliação das cargas ambientais resultantes das diferentes alternativas de projeto durante as fases iniciais de construção e adotando aquela alternativa mais sustentável ambientalmente. Segundo os autores, contudo, não existe ainda uma pesquisa sobre avaliação de carga ambiental de um projeto de construção, na fase inicial, de modo a auxiliar no processo de tomada de decisão motivando o objetivo de propor um modelo que estime a carga ambiental, com o emprego da informação básica acessível nas fases iniciais do projeto de uma viga de concreto protendido para ponte, considerada a estrutura mais comum das pontes. Os pesquisadores estabeleceram um banco de dados usando a ACV de pontes existentes e, com base nele, construíram um modelo de raciocínio baseado em casos, para calcular o consumo de energia e as quantidades de materiais de construção, e o custo direto, que leva em conta oito categorias de impacto na produção de uma estimativa de carga ambiental.

A precisão dos modelos de estimativa foi validada usando cinco testes de caso. Os resultados da pesquisa de teste demonstraram que a precisão se revela superior quando

comparado com a precisão obtida a partir de um modelo com base em regressão múltipla e um modelo de análise de base-unidade de área da laje. Esse modelo deverá ser doravante aplicado durante as fases iniciais de um projeto para complementar projetos e construções de pontes ecológicas, facilitando a avaliação rápida da carga ambiental a partir de vários pontos de vista (KIM *et al.*, 2017).

Penadés-Plà *et al.* (2017) classificaram e analisaram critérios de avaliação de sustentabilidade de cada fase do ciclo de vida de pontes, investigando publicações sobre o tema que referem os métodos de tomada de decisão de múltiplos atributos, e os critérios utilizados para os autores seguindo os três pilares da sustentabilidade. Diante da investigação, os autores confirmam a grande variedade de critérios e métodos utilizados no ciclo de vida de cada ponte e recomendam a unificação futura de critérios e subcritérios visando à objetividade de uma avaliação de pontes.

Penadés-Plà *et al.* (2017) apresentaram uma metodologia para realizar a avaliação do ciclo de vida para estruturas de concreto armado em pontes, considerando as diferentes fases para a ISO 14040 na explicação para uma estrutura de concreto armado que discute algumas características consideradas nos estudos completos de ACV revisados. Os autores realizam uma comparação entre duas pontes rodoviárias de vigas de caixa pós-tensionadas considerando esses desenvolvimentos recentes, tendo enfoque no impacto ambiental das diferentes fases de um ciclo de vida da ponte. A conclusão sobre a metodologia proposta é que os resultados são mais interpretáveis, permitindo uma comparação fácil entre diferentes estágios e soluções, devendo-se considerar todo o ciclo de vida, porque um projeto adequado reduz o impacto ambiental global, mesmo tendo um impacto ambiental maior na fase de fabricação.

Macek e Snížek (2017) apresentam uma metodologia e ferramentas para a avaliação do custo do ciclo de vida de pontes desenvolvido na *Czech Technical University in Prague* (CTU *in Prague*). Os fundamentos e o uso prático de uma metodologia para o planejamento de projeto de estruturas de pontes visam a uma gestão mais efetiva e eficaz do Fundo de Infraestrutura de Transporte do Estado. O princípio do modelo processa os custos estimados de manutenção e renovação no nível de elementos estruturais individuais, sendo que cada elemento de projeto tem um padrão definido desses custos, considerando as ligações tecnológicas com outros elementos da ponte. O resultado depende da avaliação de componentes estruturais e materiais que são usados, porque o modelo retorna a soma dos custos com desconto de renovação e manutenção por um período especificado.

Há disponível um aplicativo na Web, o *Bridgepass*, para calcular o valor aproximado durante o processo de seleção, que avalia os custos de renovação e manutenção gerados a partir dos seguintes elementos: pilares, plataforma (subestrutura), isolamentos, drenagem, barreiras contra colisão, juntas de dilatação. A metodologia de alternativas de projetos vem sendo desenvolvida de acordo com os mais recentes conhecimentos e habilidades disponíveis para resolver os problemas da melhor maneira possível. A aplicação do método para a avaliação de 61 estruturas de pontes em 2016 demonstrou que este tem um grande potencial de aplicação prática e que os volumes de fundos ajudam a alocar um montante de bilhões de Euros (MACEK; SNÍŽEK, 2017).

Yavari *et al.* (2017) buscaram a otimização do impacto ambiental no projeto estrutural de pontes de concreto, realizando a avaliação do ciclo de vida de pontes com utilização do código de vários módulos de modelos paramétricos de estrutura de laje de pontes para estudar os impactos ambientais. A metodologia adotada foi o ponto médio da ReCiPe, com cálculo de impacto realizado com dados do Ecoinvent banco de dados versão 3 no software comercial ACV SimaPro 8.2.0. A otimização estrutural, considerando o impacto ambiental e os custos ambientais associados, foi eficientemente implementada e aplicado no processo de projeto de pontes de concreto.

Em estudo anterior, Yavari, Pacoste e Karoumi (2016) já haviam buscado a otimização estrutural de pontes de concreto, investigando o projeto automatizado por computador e considerando o custo de investimento com base em um modelo 3D completo.

Com a afirmação de que a sustentabilidade nos projetos de estruturas tem sido uma constante nas últimas décadas, implicando a necessidade de equilibrar os principais pilares que representam a sustentabilidade: economia, meio ambiente e sociedade, Penadés-Plà (2017), assinala que tais pilares apresentam diferentes objetivos e se confrontam entre si na realidade, de modo a determinar a adoção de processos de decisão que possibilitem obter soluções efetivas e da melhor forma, que satisfaçam esses princípios.

Os três pilares compõem a teoria da sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de uma ponte: econômico, ambiental e social, sendo o primeiro deles o que apresenta mais facilidade de avaliação. Na avaliação do pilar ambiental do ciclo de vida de uma ponte, é frequente a utilização da metodologia ReCiPe, um método amplamente aceito em nível global, que avalia o impacto ambiental. Quanto ao pilar social da sustentabilidade, a variedade de critérios para a sua avaliação indica a falta de consenso, um aspecto no qual há menos

certeza e que desencadeia mais discussões na seleção de critérios mais representativos (PENADÉS-PLÀ, 2017).

É importante observar que o estágio da projeção e design de pontes se encontra inserido em um contexto social, político e cultural, indicando que o projeto deverá considerar diferentes variáveis nas etapas do processo visando planejamento e especificações construtivas, conceitualizando uma estrutura integral. Com este objetivo, a arte da engenharia industrial deverá conter as dimensões social, científica e simbólica, além do design, integralidade, desempenho sísmico, e especialmente a durabilidade, que deve ser observada desde o início do projeto de ponte, contribuindo na redução de custos de manutenção e aumento da vida útil (VILLALOBOS-VEGA; VARGAS, 2017).

Ademović (2018), por sua vez, enfoca as questões relacionadas ao impacto de desastres naturais, destacando a força devastadora que se verifica, com reconhecimento de que danos causados por pontes em decorrência de desastres naturais terão impacto na sustentabilidade, podendo fazer numerosas vítimas, edifícios, pontes, vias de infraestrutura, aumento de material, poluição da água, propagação de doenças, e transtornos no funcionamento normal das cidades.

Outra questão importante relacionada às pontes diz respeito aos critérios que são estabelecidos para a análise de sustentabilidade, conforme citado por García-Segura, Penadés-Plà e Yepes (2018), de que os novos projetos da estrutura civil têm observado a seleção de materiais estruturais na promoção de produção de processos de construção, na seleção do melhor projeto, embora essa última recomendação represente um problema multi-critério de tomada de decisão.

Interpretando as pontes em uma construção sustentável, como uma das mais importantes estruturas no setor da construção civil, Penadés-Plá *et al.* (2018) analisaram o impacto ambiental do ciclo de vida de estruturas do ponto de vista econômico, um processo usado para obtenção de todas as informações ambientais sobre pontes, selecionando uma ponte pré-fabricada de concreto protendido de uma só extensão de 40m, e formada por duas vigas isostáticas pré-moldada de concreto protendido, com uma seção transversal em forma de U. Com o estudo das abordagens do ponto médio e do ponto final, os resultados mostram a necessidade de um perfil ambiental completo para avaliar o impacto ambiental da ponte e, para isto, é necessário levar em consideração todas as categorias de impacto.

Diante da importância de estudos sobre sustentabilidade de pontes, Navarro, Yepes e Martí (2018) destacam a avaliação do ciclo de vida ambiental (A-ACV) e sua alta

padronização no tocante às pontes, informando ainda sobre a avaliação do ciclo de vida social (S-ACV) como uma novidade técnica usada para estimar os impactos sociais ao longo do ciclo de vida de um produto. Em seu estudo, foi demonstrado que os benefícios sociais resultantes de soluções livres de manutenção são consideravelmente maiores do que aqueles derivados de projetos que exigem manutenção.

Xie, Wu e Wang (2018) buscaram identificar esquemas de manejo racionais mediante utilização de um método multiobjetivo, o Algoritmo Genético, visando propor uma estrutura para otimizar a estratégia de manutenção de pontes a partir da perspectiva do ciclo de vida, considerando segurança, custo e impacto ambiental simultaneamente, e determinando os horários ótimos de manutenção preventiva com o objetivo de maximizar a segurança estrutural e minimizar a ACC e o impacto ambiental do ciclo de vida, considerado para os gerentes de pontes tomarem decisões. A conclusão dos autores é quanto à eficácia do método proposto no apoio à tomada de decisões para os gerentes de pontes, na medida em que identifica-se a eficácia da manutenção preventiva, com seleção do tempo inicial ideal e o intervalo de tempo, o que permite encontrar uma estimativa racional da ACC e impacto ambiental do ciclo de vida, também de pontes.

O’Born (2018) buscou determinar se grandes pontes feitas de madeira podem ser uma alternativa sustentável para construção desses equipamentos, utilizando a avaliação do ciclo de vida. Encontrou resultados confirmando que a ponte de madeira mostrou ter impactos ambientais menores do que a ponte de concreto em todas as categorias de impacto consideradas, concluindo que os planejadores de infra estrutura devem procurar maneiras de implementar a madeira como substituto de outros materiais de construção mais intensivos em emissões, ainda mais em áreas onde os materiais de madeira estão disponíveis.

Bizjak e Lenart (2018) realizaram uma análise ambiental da ACV para comparar o impacto ambiental de uma ponte de concreto convencional com a de um sistema de ponte de solo reforçado geossintético (SRG), com foco em fundações de solo com baixa capacidade de carga, visando identificar o impacto ambiental global da ponte tratada e usar os resultados como base para outros projetos de pontes similares. Dos resultados, o sistema de ponte SRG se revelou uma estrutura mais sustentável do que os tradicionais, e com impacto menor no meio ambiente, de modo que pode contribuir para o desenvolvimento sustentável das infraestruturas rodoviárias.

Balogun *et al.* (2019) investigaram o impacto ambiental da fase de manutenção de diferentes tipos de pontes com o objetivo de identificar as formas estruturais mais

sustentáveis, encontrando informações sobre o impacto de 12% para a ponte de alvenaria, e de 42% a 46% de impacto para a ponte de concreto e aço, confirmando que as ações de manutenção para pontes de alvenaria são ambientalmente mais sustentáveis.

Grandes terremotos têm sido indicados como eventos que contribuíram para danificar pontes, assim como os tsunamis, desmoronamento de terra ou falhas de deslocamento, aliado à deterioração de materiais por longo tempo. Os perigos e seus efeitos na confiabilidade e nos riscos de pontes implicam na consideração de análises do ciclo de vida, projeto de construção de pontes, resiliência e gerenciamento de pontes considerando as intempéries, terremotos e demais perigos (AKIYAMA; FRANGOPOL; ISHIBASHI, 2019).

A revisão de literatura desta tese apresentou estudos relacionados à sustentabilidade de pontes, com descrição de projetos de pontes, com o propósito de realizar avaliações no ciclo de vida e principalmente no que se refere a comparação entre elas para subsidiar os tomadores de decisão na escolha das pontes mais sustentáveis.

Analisando as diversas publicações sobre estudos nessa área, percebe-se a carência de padronização nas metodologias aplicadas por pesquisadores a um mesmo objetivo (função), de avaliação no ciclo de vida de pontes, com registro de diferentes métodos e ferramentas de análise, sem considerar um padrão dimensional de pontes.

Entende-se que um processo de avaliação de sustentabilidade de pontes, em avaliação no ciclo de vida, deve observar de modo claro dois objetivos principais: (1) avaliação dos produtos e processos, visando buscar soluções de melhorias para mitigar os impactos econômicos, ambientais e sociais, sob o conceito da sustentabilidade; (2) no caso de comparação entre produtos, para atender às normas, devem ser estabelecidas com critérios mais transparentes as funções e a unidade funcional para que ocorra uma justa comparação. A afirmação comparativa é a declaração ambiental relativa à superioridade ou à equivalência de um produto em relação a um produto concorrente que realiza a mesma função (NBR ISO 14040:2009) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009, p. 2).

Nessa revisão, verificou-se que as pontes de pequenos vãos não fazem parte de estudos e pesquisas na avaliação da sustentabilidade de pontes, constituindo-se em um equipamento público que fica desamparado em seus processos de planejamento e gerenciamento. Na verdade, ao constatar-se que a maioria das pontes são construídas com menos de 20 m de comprimento, preocupa-se com a dimensão de pontes que não estão sendo avaliadas ou que são avaliadas sem o estabelecimento de critérios definidos e específicos para esse padrão de ponte, apresentando-se, muitas vezes, obras em condições precárias de uso.

O estudo da literatura pertinente ao tema do estudo possibilitou conhecer aspectos da avaliação do ciclo de vida na construção de pontes, bem como do conhecimento sobre os pilares da sustentabilidade e da ênfase na adoção de parâmetros que redução do impacto ambiental neste processo.

Ainda, foi possível confirmar que algumas metodologias estão sendo utilizadas na avaliação do ciclo de vida de pontes, como a metodologia ReCiPe, e o uso da base de dados Ecoinvent e o software SimaPro, conferindo ao pesquisador maior segurança na escolha desses recursos metodológicos para a realização da pesquisa.

Algumas informações encontradas no estado da arte foram importantes no momento de conhecer os resultados da pesquisa, especialmente quanto aos principais produtos poluidores, referidos em seu maior impacto no meio ambiente.

Por fim, a descrição dos experimentos e estudos constantes nos materiais examinados para o estado da arte permitiu assimilar conhecimentos que foram utilizados na construção da pesquisa e na análise dos resultados.

Nesse cenário, com este trabalho, além do objetivo principal de propor indicadores de sustentabilidade no ciclo de vida de superestruturas de pontes de pequenos vãos, pretende-se conferir maior notoriedade a essas obras de infraestrutura e em oferecer uma proposta metodológica para esse padrão de pontes.

Além das investigações que norteiam o problema da pesquisa para esta tese, o estudo é desdobrado quanto às informações sobre a pesquisa realizada com publicações em periódicos da área da engenharia:

- 1) KRIPKA, Moacir; YEPES, Victor; MILANI, Cleovir José. Selection of sustainable short-span bridge design in Brazil. **Sustainability**, n.11, p.1-12, 2019. doi:10.3390/su11051307.
- 2) MILANI, Cleovir José; KRIPKA, Moacir. Evaluation of short span bridge projects with a focus on sustainability. **Structure and Infrastructure Engineering**, p.1-15, sep., 2019. DOI: 10.1080/15732479.2019.1662815.

No trabalho realizado por Kripka, Yepes e Milani (2019), foram estudadas alternativas de projeto sustentável para pontes curtas para a cidade de Pato Branco, Paraná, considerando critérios de aspectos quantitativos, como o custo de construção, montagem, transporte de materiais, vida útil e impacto ambiental, e aspectos qualitativos, como a arquitetura e a sensação de segurança para o usuário, utilizando a aplicação de métodos de decisão multicritério. Os resultados identificaram a ponte mista de aço/concreto como a opção

mais adequada, apesar de seu maior custo de construção e montagem; a ponte de concreto pré-moldado apresentou os piores resultados ao considerar os impactos ambientais e na avaliação global, a ponte de madeira apresentou o pior desempenho, sendo essa uma das razões pelas quais não foi abordada na presente tese.

Já Milani e Kripka (2019) aplicaram técnicas de avaliação de sustentabilidade do ciclo de vida em superestruturas de pontes de pequenos vãos para estradas vicinais, integrando esses equipamentos públicos no processo de tomada de decisão para incluir indicadores de sustentabilidade. Utilizando a avaliação e a metodologia ReCiPe para três categorias de danos (endpoint) –: ecossistemas, saúde humana e recursos – e, no ponto médio (midpoint), uma categoria de impacto potencial – o aquecimento global –, a pesquisa foi realizada em 27 pontes, sendo 11 pontes de concreto pré-moldado, 13 pontes compostas em aço e concreto e três pontes em madeira. Em todas as categorias, os melhores índices foram apontados pela avaliação em pontes compostas por aço e concreto, revelando índices que podem servir como guias no planejamento e na construção de pontes, como uma técnica que pode ser aplicada em diferentes estruturas para determinação daquela mais sustentável ambientalmente.

Os resultados poderão contribuir para a formatação de uma metodologia que possa ser aplicada como uma técnica de avaliação no período da vida útil das pontes, e, especialmente, conferir aos equipamentos públicos de pequenos vãos a publicidade que precisam para que as avaliações sejam realizadas e assim encontradas alternativas para mitigar os impactos de custos e ambientais.

3 A AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA

3.1 APRESENTAÇÃO DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

A abordagem à avaliação de ciclo de vida (ACV) requer observar as iniciativas que possibilitam soluções para minimizar problemas decorrentes de impactos ao meio ambiente pela indústria da construção, com destaque para o processo produtivo dos materiais para essa atividade. A ACV, nesses casos, aparece como uma ferramenta eficaz na identificação de impactos e na busca de alternativas de construção que reduzam esses prejuízos.

No setor de construção, as projeções para melhoria do meio ambiente indicam a necessidade de um melhor desempenho, constatação que atrai a preocupação cada vez maior do público e das partes interessadas. A indústria da construção, tida como o maior setor industrial, consome de 25% a 40% da energia e é responsável por até 50% da geração de resíduos nos países que fazem parte da *Organization for Economic Co-operation* (OECD).

De acordo com Du *et al.* (2014, p.1949-50):

As decisões tomadas em estágios de projeto inicial em relação a escolhas de materiais e tipos de *design* afetam o desempenho ambiental de todas as estruturas em uma perspectiva de ciclo de vida, especialmente para aqueles com longos períodos de vida, diversidade, composições e medidas diversas do ciclo de vida, como pontes. No entanto, em contraste com o setor de construção, apenas os aspectos técnicos e econômicos são considerados nos processos atuais de contratação de ponte, enquanto o desempenho ambiental de projetos concorrentes é negligenciado.

Especialmente quanto ao projeto de uma ponte, problemas ambientais associados compreendem aqueles relacionados à reciclagem, à energia incorporada, ao dióxido de carbono (CO₂), sendo as emissões de CO₂ vinculadas ao aquecimento global, além do enxofre e do nitrogênio. Em pontes modernas, os materiais de construção utilizados têm, relativamente, uma alta energia incorporada e CO₂ na sua produção e transporte (COLLINGS, 2006), tendo como recomendação para a sustentabilidade de pontes a substituição do cimento Portland em concreto estrutural, uso de materiais que incluem as cinzas volantes da geração de eletricidade e a escória de alto forno granulada (GGBS), sílica, metacaulim, cinzas de casca de arroz e poeira de calcário (MARTIN, 2004).

Acerca da origem histórica da ACV, Santos *et al.* (2011) trazem as informações de estudos realizados pela *European Community*, que publicou a Directiva 85/339/CEE do Conselho, em 27 de junho de 1985, relativa às embalagens para líquidos alimentares,

estabelecendo às empresas de bebidas o monitoramento do consumo de energia, de recursos naturais e do resíduo sólido associado ao seu produto. Com esse estudo:

A interpretação dos resultados das análises ambientais evoluiu para além de um inventário de dados, passando a avaliar estas questões sob uma perspectiva mais ampla, com o objetivo de conhecer os potenciais impactos associados ao ciclo de vida dos produtos. Desse modo, foi a partir da evolução destes estudos que surgiu a denominação Análise do Ciclo de Vida (*Life Cycle Analyses*) que posteriormente passou para Avaliação do Ciclo de Vida (*Life Cycle Assessment*). (SANTOS *et al.*, 2011, p.62).

Ribeiro (2015) relaciona os primeiros trabalhos reconhecidos como ACV, realizados ao final da década de 1960 e início de 1970, tendo sua gênese nas análises energéticas conduzidas naquela época e com ampliação para incluir outros recursos e emissões. Dentre os estudos, um é o desenvolvido nos Estados Unidos, pela Coca-Cola, em 1969, quando o *Midwest Research Institute* (MRI) analisou diferentes tipos de embalagens para refrigerantes com o objetivo de identificar quais apresentavam menores índices de emissões. A quantificação do uso de recursos e de emissões foi denominada de *Resource and Environmental Profile Analysis* (REPA). O estudo realizado na Europa teve como denominação o *Ecobalances*, conduzido por Basler e Hofman, comparando-se também embalagens de diferentes materiais, marcando o início do desenvolvimento da ACV como ela é entendida atualmente.

A década de 1990 registra maior ênfase para a ACV, pois, no período, foi verificado o maior desenvolvimento da ACV em nível científico, com os trabalhos desenvolvidos pela *Society for Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC), que buscou desenvolver uma abordagem teórica consensual para a ACV, com publicação do primeiro guia sobre os aspectos metodológicos de ACV, denominado *Code of Practice*. Também nessa década de 1990 foram iniciados os métodos e os procedimentos formais pela ISO, tendo as primeiras normas da ACV surgido em 1997 e em 1998 (RIBEIRO, 2015).

No ano de 1992, foi criada a Sociedade para a Promoção do Desenvolvimento de Ciclo de Vida (SPOLD), cujo objetivo consistiu em juntar recursos destinados a acelerar o desenvolvimento da metodologia ACV “como uma abordagem de gestão aceite para ajudar na tomada de decisão” (FERREIRA, 2004, p. 7).

Em 2002, a *United Nations Environment Programme* (UNEP) e a *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC) juntaram-se, com o objetivo de criar a *Life Cycle Initiative*, uma parceria internacional para colocar em prática o ciclo de vida. O

Life Cycle Initiative consiste de uma resposta dos governos para uma economia do ciclo de vida na Declaração Ministerial de Malmo², com a missão de desenvolver e disseminar ferramentas práticas para a avaliação de oportunidades, riscos e *trade-offs* associados a produtos e a serviços ao longo de todo ciclo de vida visando alcançar o desenvolvimento sustentável (*UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME*, 2005).

Para a definição da ACV, registra-se o trecho constante na ISO 14040:2006, ou NBR ISO 14040:2009, em sua seção *Termos e definições*, a qual apresenta inicialmente o que é o ciclo de vida:

3.1 ciclo de vida – estágios consecutivos e encadeados de um sistema de produto, desde a aquisição da matéria-prima ou de sua geração a partir de recursos naturais até a disposição final. 3.2 **avaliação do ciclo de vida ACV** compilação das entradas, saídas e dos impactos ambientais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009, p.1-2 – grifou-se).

O Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT, 2014a, p. 8), por sua vez, apresenta a ACV como:

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é um método estruturado, abrangente e internacionalmente padronizado. Ele quantifica todas as emissões e recursos consumidos e seus impactos sobre o meio ambiente e a saúde e considera questões relacionadas ao esgotamento de recursos associadas a quaisquer bens ou serviços ('produtos').

Em sua aplicação, a ACV contempla o ciclo inteiro de vida de produto, desde a extração dos recursos utilizados em sua confecção até a produção, o uso, a reciclagem e o descarte final de resíduos. Com a ACV, é possível que grandes tecnologias de produção possam evitar a geração de problemas com relação a resíduos. Com esse propósito, a ACV é vista como uma ferramenta fundamental “e poderosa de apoio a decisões que complementa outros métodos igualmente necessários para promover, efetiva e eficientemente, um consumo e produção mais sustentáveis” (IBICT, 2014a, p. 8).

² Em 2000, o I Foro Mundial de Âmbito Ministerial – Malmo (Suécia), “teve como resultado a aprovação da declaração de Malmo, que examina as novas questões ambientais para o século XXI e adota compromissos no sentido de contribuir mais efetivamente para o desenvolvimento sustentável” (SILVA *et al.*, 2016, p. 83). A Declaração Ministerial de Malmo pode ser acessada no endereço eletrônico http://staging.unep.org/malmo/declaraci%C3%B3n_ministerial_de_malm%C3%B61.htm.

Para o Brasil, a ACV e as legislações ambientais começaram a se destacar em 1990, especialmente após a ECO 92, no Rio de Janeiro, juntamente com a frequência no uso do termo desenvolvimento sustentável em discursos políticos e sociais, com consequente manifestação, por segmentos sociais, de posições acerca de ideias sobre esse desenvolvimento. A criação do Grupo de Apoio à Normalização Ambiental (GANA) motivou a criação de outros grupos ambientais e publicações sobre o assunto, tendo como precursor o artigo de José Ribamar Chehebe, em 1998, *Análise do Ciclo de Vida de Produtos* (SANTOS *et al.*, 2011).

Constituída por três partes, a ACV tem início com a análise de inventário, seguida da análise de impacto e da análise de melhoria (HORVATH; HENDRICKSON, 1998), apresentando como vantagem a padronização metodológica, flexibilidade para a inclusão de informações, verificação de dados e geração de resultados, uma alternativa valiosa às metodologias atualmente em uso (LEWANDOWSKA *et al.*, 2011).

3.2 ETAPAS PARA A REALIZAÇÃO DO ESTUDO DE AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA

As divisões desse processo obedecem ao disposto descrito na série ISO, ou nas Normas Brasileiras (NBRs), da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Dispostos na NBR ISO 14040:2009, os estudos de ACV compreendem três fases: definição de objetivo e escopo; análise de inventário; e interpretação, conforme mostra a Figura 2.

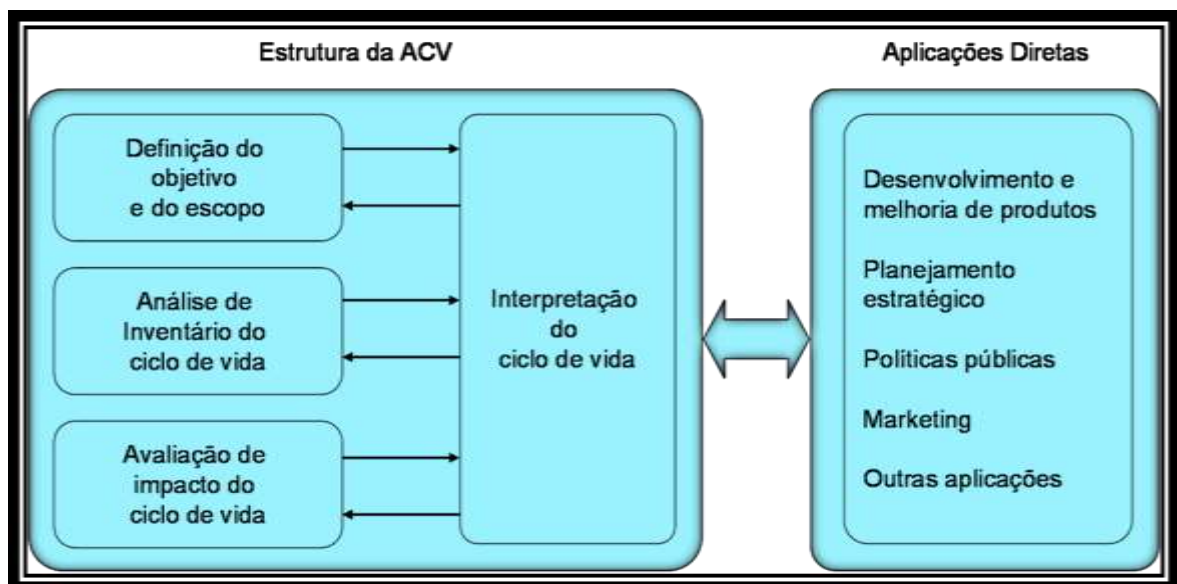


Figura 2 - Fases de uma ACV

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2009, p. 8). Adaptado.

O *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook* foi publicado pela *European Commission*, que assumiu o compromisso de produzir um manual de boas práticas para ACV, o qual é apresentado como Manual do Sistema ILCD, pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT, 2014a), cujo conteúdo registra benefícios que incluem o auxílio na criação de rótulos ambientais, projetos ambientais (*ecodesign*), cálculo das pegadas de carbono, orientação em questões estratégicas sobre impactos ambientais e a potencial melhoria no uso de recursos naturais, bem como a orientação para o desenvolvimento de tecnologias e ajuda na quantificação do desempenho ambiental de locais de produção e de empresas (SOMBRIO, 2015).

Direcionado para oferecer orientações para o desenvolvimento de dados e estudos de ACV consistentes e de qualidade garantida, o ILCD é composto por uma série de documentos técnicos que oferecem orientações relacionadas a boas práticas de ACV.

3.2.1 Os objetivos e o escopo da avaliação de ciclo de vida em seus requisitos

Os objetivos e o escopo da ACV, em seus requisitos, constam na NBR ISO 14040:2009, que define o objetivo de uma ACV como a declaração da aplicação pretendida, as razões para a execução do estudo, o público-alvo, confirmação da intenção de utilizar os resultados em afirmações comparativas a serem divulgadas publicamente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

O Manual ILCD publica que “A definição do objetivo deverá declarar a(s) aplicação(ões) pretendida(s) dos resultados da ACV de uma maneira precisa e inequívoca” (IBICT, 2014a, p. 59), sendo necessária a correta interpretação dos resultados futuros, bem como explicações claras sobre o motivo para realizar o estudo da ACV, fatores de estímulo, identificação do contexto decisório, como critérios fundamentais à determinação de métodos adequados para o modelo de ICV a serem aplicados.

Ainda quanto ao objetivo do estudo da ACV, o público-alvo deve ser identificado, visando posterior comunicação dos resultados do estudo, contribuindo essa definição na identificação das necessidades de revisão crítica e a forma e o nível técnico adequados dos relatórios, devendo-se considerar os diferentes públicos-alvo e as implicações quanto aos requisitos de escopo da documentação, avaliação e confidencialidade concernentes às necessidades do público identificado (IBICT, 2014a).

O estudo da ACV em pontes, objeto deste trabalho, observa o seguimento de regras na elaboração de um projeto para construção de pontes: peso ambiental inicial de uma ponte aproximadamente proporcional ao seu custo; carga ambiental contínua de uma ponte aproximadamente proporcional à quantidade de manutenção requerida (COLLINGS, 2006).

Ainda no contexto do objetivo para o estudo da ACV, a definição deve declarar, de modo explícito, se o estudo da ACV inclui uma afirmação comparativa a ser divulgada em público, devendo conter uma declaração, que pode se utilizar deste exemplo: “O estudo inclui uma afirmação comparativa e o objetivo é divulgá-la ao público” (IBICT, 2014a, p. 64).

As normas ISO 14040 e 14044:2009 dispõem sobre a divulgação dessa comparação e demais exigências considerando as consequências possíveis a serem trazidas pelos resultados a empresas externas, consumidores e instituições, dentre outras.

A parte final do objetivo para o estudo da ACV é a responsabilidade de identificação de quem encomendou a pesquisa, com informações sobre financiamento, ou sobre organizações que podem influenciar o estudo, como especialistas em ACV (IBICT, 2014a).

Hammervol, Reenaas e Brattebo (2013) realizaram avaliação ambiental do ciclo de vida em pontes rodoviárias, com utilização de classificação de ponte padronizada, obtendo informações de que os dados do estudo da ACV mostram que a superestrutura da ponte e os pilares representam a principal parcela dos impactos ambientais, porque esses elementos de pontes requerem grandes quantidades de materiais e um número limitado de materiais importantes.

O escopo compreende a função, a unidade funcional e o fluxo de referência; o sistema de produto e fronteiras do sistema; o procedimento de alocação; as categorias de impacto de acordo com a metodologia utilizada; os requisitos de dados; as suposições e limitações do estudo; as requisitos de qualidade de dados; o tipo de revisão crítica e o tipo e formato de relatório (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009, p. 12).

Os requisitos do escopo constam no Manual ILCD, o qual determina a obrigatoriedade de identificar e definir detalhadamente o objeto do estudo de ICV e de ACV, seguindo-se a realização da parte principal de definição do escopo, com os requisitos da metodologia, qualidade, geração de relatórios e revisão, baseados no objetivo do estudo: os motivos para o estudo no contexto decisório, nas aplicações previstas e nos destinatários dos resultados (IBICT, 2014a).

No que concerne aos termos e aos conceitos de função, à unidade funcional e ao fluxo de referência, o Manual ILCD registra: “A função e a unidade funcional do sistema são os elementos centrais de uma ACV. Sem eles, não é possível estabelecer uma comparação significativa e válida, especialmente entre produtos” (IBICT, 2014a, p.92).

O fluxo de referência caracteriza-se como aquele fluxo ao qual todos os demais fluxos de insumos e saídas estão quantitativamente relacionados, e que concretiza a unidade funcional, expresso em relação direta à unidade funcional, ou de uma forma mais orientada ao produto (IBICT, 2014a).

Hammervold, Reenaas e Brattebo (2013, p.155) indicam para as pontes a fase de uso de 100 anos e a fase de demolição está incluída, de modo que a unidade funcional é definida como “área da superfície da ponte de 1m^2 durante uma vida de 100 anos”, permitindo a comparação entre diferentes pontes, mesmo sendo construídas em diferentes locais, e tendo as mesmas dimensões com diferentes tamanhos, comprimento e largura.

Segundo as normas, as pontes são dimensionadas para uma vida útil de 50 a 120 anos, ainda que alguns de seus componentes possam ter menor duração, a exemplo dos aparelhos de apoio e as juntas de dilatação. Outras estruturas, contudo, apresentam perfeito funcionamento, com idade superior a esses limites, enquanto obras recentes têm apresentado problemas significativos. De acordo com a Associação Americana de Oficiais de Rodovias e Transportes do Estado (AASTHO), a vida útil padrão é de 75 anos (GRUBB *et al.*, 2015); para a *British Standards Institution* - BS 7543 (1992) são 120 anos; e para a Norma Europeia - EN 206-1 (SWEDISH INSTITUTE FOR STANDARDS, 2007), são 100 anos. Além disso, o fim da vida útil desses produtos pode mudar significativamente devido a possíveis mudanças em seus processos de construção e materiais.

Por fim, o estudo da ACV tem como apoio a descrição quantitativa precisa das funções fornecidas pelo sistema analisado, utilizando a unidade funcional que designa e quantifica os aspectos qualitativos e quantitativos dessas funções, de modo a obter respostas a questionamentos como: o quê; quanto; quão bem e por quanto tempo (IBICT, 2014a).

3.2.2 A análise de inventário de avaliação de ciclo de vida: orientações

De acordo com o disposto na NBR ISO 14040:2009, a análise do inventário de ciclo de vida (ICV) deve seguir quatro direcionamentos: as considerações gerais, a coleta de dados, os cálculos com os dados e a alocação de fluxos e liberações.

A análise de inventário da ACV é apontada como a fase de coleta de dados correspondentes às entradas e às saídas para todos os processos do sistema avaliado, sendo que esses dados fazem referência à unidade funcional definida na fase de definição do objetivo e escopo (OLIVERA; CRISTOBAL; SAIZAR, 2016).

Essa coleta e a modelagem de dados reais do sistema devem ser realizadas de acordo com a definição do objetivo e em atendimento aos requisitos que derivam da fase do escopo. Os resultados da ACV são a entrada para a fase de ICV subsequente, porque os resultados da ACV fornecem a possibilidade de *feedback* para a fase de escopo, no caso de as configurações de escopo inicial requererem ajustes (EUROPEAN COMMISSION, 2010).

Nigri *et al.* (2014) salientam que a análise do Inventário de Ciclo de Vida inclui alguns procedimentos específicos de coleta e cálculo de dados, que permitam a quantificação dos insumos: energia e matérias-primas e outras entradas e saídas físicas; emissões atmosféricas, efluentes líquidos, resíduos sólidos e outros aspectos ambientais.

Para a coleta de dados, a NBR ISO 14040:2009 indica uma classificação elementar no âmbito da fronteira do sistema, que inclui: entradas de energia, entradas de matéria-prima, entradas auxiliares e outras entradas físicas; produtos, co-produtos e resíduos; emissões atmosféricas, descargas para a água e o solo; e, demais aspectos ambientais.

A fase de inventário envolve a coleta dos dados necessários para fluxos e para processos:

- fluxos elementares, como recursos e emissões, mas também outras intervenções com a ecossfera, como o uso da terra;
- fluxos de produtos, que compreende bens e serviços, tanto como produto de um processo quanto como entrada/consumíveis, vinculando o processo analisado com outros processos; e
- fluxos de resíduos, na forma de águas residuais e resíduos sólidos/líquidos, a serem vinculados com processos de gerenciamento de resíduos de modo a assegurar uma modelagem completa dos esforços relacionados e impactos ambientais.

É preciso observar que a coleta de dados poderá necessitar da utilização de muitos recursos, de forma que algumas restrições práticas relacionadas a esse processo devem ser previamente consideradas no escopo e em documentadas no relatório do estudo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

3.2.3 A avaliação do impacto do ciclo de vida conforme a normatização

Definida pela ILCD, a Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida (IACV) consiste na “Fase de uma ACV em que os insumos e resultados dos fluxos elementares que foram coletados e relatados no inventário são traduzidos em resultados de indicadores de impacto relacionados à saúde humana, ao meio ambiente natural e ao esgotamento de recursos” (*EUROPEAN COMMISSION*, 2010, p. 275).

Nas considerações gerais, a NBR ISO 14040:2009 registra que “A fase de avaliação de impacto da ACV tem como objetivo estudar a significância dos impactos ambientais potenciais, utilizando os resultados do ICV” (*ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS*, 2009, p. 15).

Tais resultados, por sua vez, são assim comentados: “Os resultados da IACV devem ser vistos como indicadores de potencial de impacto ambientalmente relevantes, em vez de previsões sobre os efeitos ambientais reais” (*EUROPEAN COMMISSION*, 2010, p. 275).

Segundo a NBR ISO 14040:2009, os elementos da avaliação do IACV são: seleção de categorias de impacto, indicadores de categorias e modelos de caracterização; correlação de resultados do ICV, como classificação; cálculo de resultados dos indicadores de categorias, em sua caracterização; resultados dos indicadores de categorias, resultados da AICV, que configura o perfil da AICV; elementos opcionais (*ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS*, 2009).

A ILCD indica o seguimento da normalização ISO 14044:2009 como uma etapa opcional na IACV, e suporta a interpretação do perfil de impacto como o primeiro passo para um resultado totalmente agregado, seguido de uma ponderação entre os indicadores, sendo que os resultados normalizados da IACV fornecem para cada tópico de impacto no nível do ponto médio, ou área de proteção no nível do ponto final, a exemplo da saúde humana, do meio natural, e dos recursos naturais, a parcela relativa do impacto do sistema analisado em seu impacto total da categoria por cidadão comum ou globalmente, por país, etc. (*EUROPEAN COMMISSION*, 2010).

As limitações da IACV destacam o enfoque para as questões ambientais que são definidas no objetivo e escopo, limitando-a como avaliação completa de todas as questões ambientais do sistema de produto em estudo, e conta com uma estrutura básica dos métodos: caracterização do potencial impacto ambiental; avaliação de danos; normalização; e, ponderação, sendo as últimas três etapas opcionais, pois esses itens nem sempre estão

disponíveis em todos os métodos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

3.2.3.1 Caracterização do potencial impacto ambiental (*midpoint*)

A seleção das categorias deve se dar em conformidade com os objetivos do estudo, que são conhecer o ciclo de vida do produto ou serviço analisado e as interações do sistema com o meio ambiente. Em caso de estudo comparativo, é preciso conhecer também o ciclo de vida do outro produto. No que refere às categorias de impactos, entre os diversos métodos para a avaliação de impactos, seleciona-se o método ReCiPe 2016 como a abordagem de indicador mais recente e harmonizada disponível na avaliação de impacto do ciclo de vida. Algumas das vantagens da estrutura do ReCiPe em relação a outras abordagens incluem:

- o conjunto mais amplo de categorias de impacto no ponto médio;
- os fatores de caracterização são representativos para a escala global, em vez da escala europeia, como foi feito em ReCiPe 2008. Por causa disso, o método foi transferido do mercado europeu para uma categoria de alcance Global.

O principal objetivo do método ReCiPe é transformar a longa lista de resultados de inventário do ciclo de vida em um número limitado de pontuações de indicadores. Esses indicadores apontam a gravidade relativa de uma categoria de impacto ambiental. Em ReCiPe, os indicadores apresentam dois níveis: 18 indicadores de *midpoint*; e três indicadores de danos no *endpoint*. Cada método (ponto médio, ponto final) contém fatores de acordo com as três perspectivas culturais. Essas perspectivas representam um conjunto de escolhas em questões como o tempo ou as expectativas de que uma gestão adequada ou o desenvolvimento futuro da tecnologia pode evitar danos futuros.

Huijbregts *et al.* (2016) relatam que os mecanismos ambientais e os modelos de danos são fontes de incerteza: os relacionamentos modelados refletem o estado da arte do conhecimento dos mecanismos ambientais que têm um certo nível de incompletude e incerteza. Em dezembro de 2016, decidiu-se agrupar diferentes fontes de incerteza e diferentes opções (valor) num número limitado de perspectivas ou cenários, de acordo com a “Teoria Cultural” de Thompson (1990). Três perspectivas são discernidas: individualista (I), hierarquista (H) e igualitária (E). Essas perspectivas não pretendem representar arquétipos do comportamento humano, mas são usados apenas para agrupar tipos similares de suposições e escolhas. Por exemplo:

- a perspectiva individualista (I) baseia-se no interesse de curto prazo, tipos de impacto que são indiscutíveis, otimismo em relação à adaptação humana;

- a perspectiva hierárquica (H) baseia-se nos princípios políticos mais comuns no que se refere a prazos e outras problemas. Considerado como modelo padrão, frequentemente encontrado em trabalhos científicos e também o modelo adotado neste trabalho;

- a perspectiva igualitária (E) é a perspectiva mais cautelosa, tendo em conta o período de tempo mais longo, tipos de impacto que ainda não estão totalmente estabelecidos.

As substâncias que colaboram para uma categoria de impacto são multiplicadas por um fator de caracterização derivado de um modelo de caracterização que é aplicado para converter o resultado da análise do inventário do ciclo de vida na unidade comum do indicador de categoria. O resultado total é expresso como indicadores de categoria de impacto. Por exemplo, o fator de caracterização do CO₂ na categoria de impacto na mudança climática pode ser igual a 1, enquanto o fator de caracterização do metano pode ser de 34. Isso significa que a liberação de 1 kg de metano causa a mesma quantidade de mudança climática do que 34 kg de CO₂. O resultado total é expresso como indicadores de categoria de impacto (anteriormente resultados de caracterização) (SIMAPRO, 2016).

Um modelo de mecanismo ambiental e impacto ambiental para potencial de aquecimento global (GWP) é representado no Quadro 1, e graficamente na Figura 3.

Mecanismo ambiental					Impacto ambiental potencial	
Emissão	Concentração	Equivalência (CO ₂ eq)			Ponto médio	Ponto final
		GWP20 (I)	GWP100 (H)	GWP1000 (E)		
Dióxido de carbono ou gás carbônico (CO ₂)	20 anos 100 anos 1000 anos	CO ₂ =1	CO ₂ =1	CO ₂ =1	Aquecimento global	Saúde humana e ecossistemas
Gás metano (CH ₄)		CH ₄ =84	CH ₄ =34	CH ₄ =4,8		
Óxido nitroso (N ₂ O)		N ₂ O=264	N ₂ O=298	N ₂ O=78,8		

Quadro 1 - Modelo de mecanismo ambiental e impacto ambiental potencial para aquecimento global (GWP).

Fonte: Autoria própria (2017)

Mecanismo Ambiental

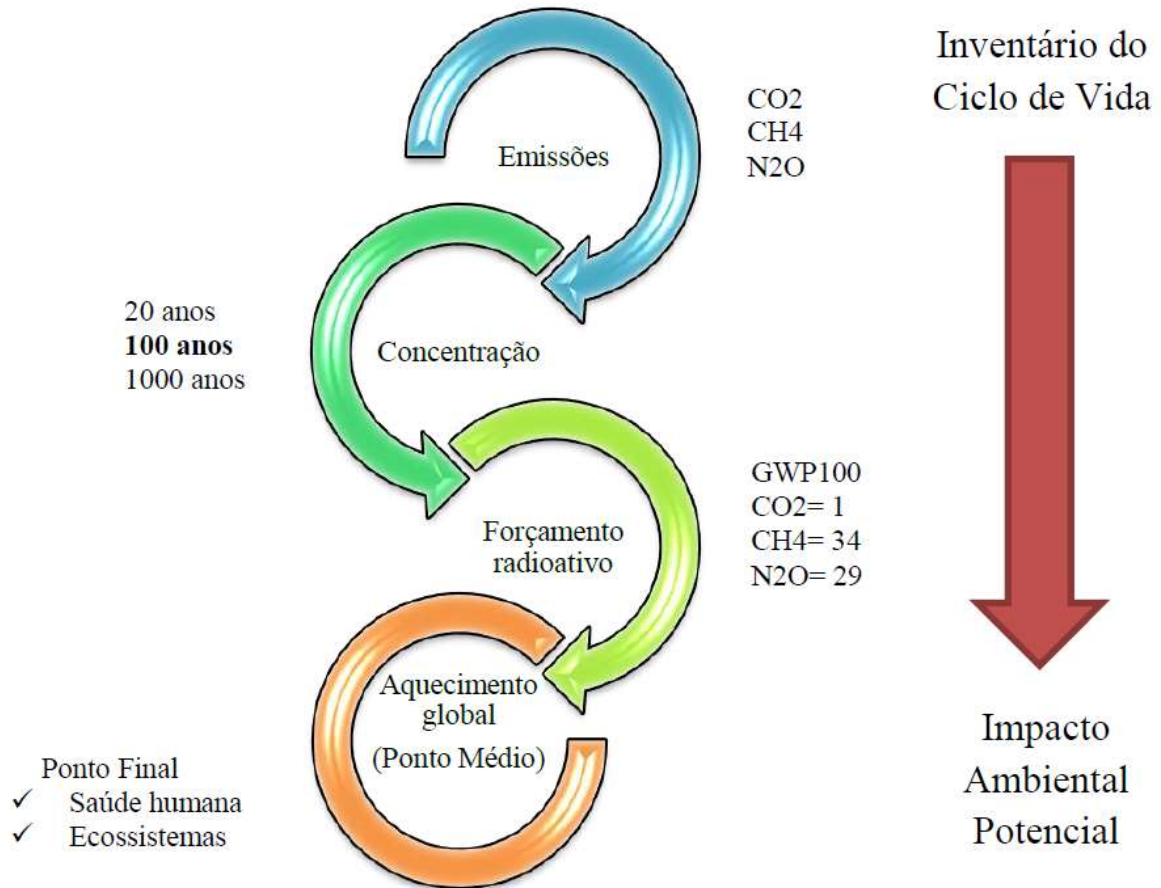


Figura 3 - Mecanismo ambiental para potencial de aquecimento global
Fonte: Autoria própria (2017)

O mecanismo ambiental consiste em um “Sistema de processos físicos, químicos e biológicos para uma dada categoria de impacto, vinculando os resultados da análise do inventário do ciclo de vida aos indicadores de categoria e aos pontos finais da categoria” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009b, p. 5).

A categoria de impacto é a classe que representa as questões ambientais relevantes às quais os resultados da análise do inventário do ciclo de vida podem ser associados [ABNT NBR ISO 14040:2009b; ABNT NBR ISO 14044:2009a].

Na caracterização no nível do ponto médio, os indicadores são assim descritos: Aquecimento global; Depleção do ozônio estratosférico; Radiação ionizante; Formação de ozônio, saúde humana; Formação de material particulado fino; Formação de ozônio, ecossistemas terrestres; Acidificação terrestre; Eutrofização de água doce; Eutrofização marinha; Ecotoxicidade terrestre; Ecotoxicidade de água doce; Ecotoxicidade marinha;

Toxicidade carcinogênica humana; Toxicidade não carcinogênica humana; Uso da terra; Escassez de recursos minerais; Escassez de recursos fósseis e Consumo de água.

- Mudanças climáticas: o fator de caracterização das mudanças climáticas é o potencial de aquecimento global, baseado no relatório do IPCC 2013. Categoria de impacto resultante do aumento da capacidade de retenção de radiação infravermelha na estratosfera, gerada pelo aumento da concentração de CO₂, N₂O, CH₄, aerossóis e outros gases provenientes de emissões atmosféricas, provocando, conseqüentemente, potencial aumento da temperatura medida em relação ao efeito de 1kg CO₂.

- Depleção de ozônio: o fator de caracterização da depleção da camada de ozônio explica a destruição da camada de ozônio estratosférico por emissões antropogênicas de substâncias que destroem a camada de ozônio. Categoria de impacto que resulta no aumento da quantidade de raios ultravioleta que atingem a superfície da terra, provocado pelo aumento da concentração de determinados gases na camada da ozonfera provenientes de emissões atmosféricas geradas por ações humanas. A redução da camada de ozônio pode resultar no crescimento de doenças, interferências com o ecossistema e danos a diversos tipos de materiais. Medida em relação ao efeito de 1kg de CFC-11.

- Radiação ionizante: O fator de caracterização da radiação ionizante explica o nível de exposição para a população global. A unidade é yr / kBq Cobalto-60 equivalentes ao ar; o símbolo Bq é uma unidade derivada do Sistema Internacional de Unidades (SI) de radioatividade. Um bequerel é definida como a atividade de uma quantidade de material radioativo em que um núcleo decai por segundo.

- Quanto à formação de ozônio fotoquímico, saúde humana, é definida como a categoria de impacto que resulta no aumento da concentração de ozônio na camada mais baixa da atmosfera, como resposta às reações fotocatalisadas ocorridas entre poluentes primários, como os hidrocarbonetos, os óxidos de nitrogênio e os radicais livres, com o oxigênio. O fator de caracterização é determinado pela mudança na taxa de ingestão de ozônio devido a mudanças na emissão de precursores óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis não metânicos, os *Nitrogen Oxides* (NO_x), e o *Non-methane volatile organic compounds* (NMVOC). A unidade de potencial de formação de ozônio para a saúde humana é equivalente a kg de NO_x.

- Formação de material particulado fino: o fator de caracterização da formação de material particulado é a fração de consumo de material particulado com diâmetro menor do que 2,5µm (PM_{2,5}). A unidade é kg PM_{2,5} equivalentes.

- Formação fotoquímica de ozônio, ecossistemas terrestres: o fator de caracterização é determinado pela mudança na taxa de ingestão de ozônio devido a mudanças na emissão de precursores (NO_x e NMVOC). A unidade de potencial de formação de ozônio do ecossistema é yr / kg equivalentes de NO_x.

Abordando o potencial de acidificação, é a categoria de impacto resultante do aumento do teor de acidez no ar, na água ou no solo, resultante da disposição de rejeitos ácidos. A deposição ácida que resulta da emissão de óxidos de nitrogênio e enxofre para a atmosfera, para o solo ou para a água, e possibilita a condução de mudanças na acidez da água e do solo, afetando diretamente a fauna e a flora.

- Acidificação terrestre: o fator de caracterização para a acidificação terrestre é o Potencial de Acidificação (AP) derivado da emissão fator de destino médio ponderado mundial de dióxido de enxofre (SO₂). Medida em relação ao efeito de 1 kg de SO₂.

O potencial de eutrofização consiste no déficit de oxigênio na água. A adição de nutrientes à água ou ao solo aumenta a produção de biomassa. Na água, isso conduz a uma redução na concentração de oxigênio, o que afeta outros organismos como, por exemplo, os peixes. Tanto no solo quanto na água a nutrição pode levar a alterações indesejáveis no número de espécies no ecossistema e, portanto, a problemas relativos à biodiversidade (CHEHEBE, 1997, p. 74).

- Eutrofização de água doce: o fator de caracterização da eutrofização de água doce é responsável pela persistência ambiental (destino) da emissão de fósforo (P) contendo nutrientes. A unidade é yr / kg P para equivalentes de água doce.

- Eutrofização marinha: O fator de caracterização da eutrofização marinha é responsável pela persistência ambiental (destino) das emissões de nitrogênio (N) contendo nutrientes. A unidade é yr / kg N para equivalentes marítimos.

- Toxicidade humana e ecotoxicidade: o fator de caracterização da toxicidade e da ecotoxicidade humanas é responsável pela persistência ambiental (destino) e acumulação na cadeia alimentar humana (exposição) e toxicidade (efeito) de um produto químico. Quanto ao potencial de toxicidade humana, é a categoria de impacto ambiental que resulta do aumento da concentração de agentes tóxicos provocado pela disposição de rejeitos, com consequências diretas e danos à saúde humana. Já a categoria de impacto ambiental que refere o potencial de ecotoxicidade (em água doce; marinha; terrestre) é resultado do aumento da concentração de agentes tóxicos provocado pela disposição de rejeitos, trazendo como respostas potenciais danos ao ecossistema. A unidade é 1 kg 1,4-diclorobenzeno (1,4-DCB) emitido.

- Na categoria uso terra, indica a perda da qualidade do solo para produção de alimentos, a quantidade de terra transformada ou ocupada por certo tempo. A unidade é de m² / ano.

E, com respeito ao potencial de esgotamento de recursos naturais, é definida como uma categoria de impacto ambiental que resulta da diminuição da quantidade de recursos naturais provocada pela utilização pelos seres humanos.

- Escassez de recursos minerais: aumento no custo de extração. A unidade é kg de cobre (Cu) equivalentes.

- Escassez de recursos fósseis: o fator de caracterização da escassez de recursos fósseis é o potencial de aumento do custo de extração de combustível fóssil, baseado no maior valor de aquecimento. A unidade é kg equivalentes de óleo (Oil).

- Uso da água: o fator para o uso da água é a quantidade de consumo de água doce. A unidade é de água m³ consumida.

3.2.3.2 Avaliação de danos (*endpoint*)

A avaliação de danos é um passo relativamente novo na avaliação de impacto. É adicionado para fazer uso de “métodos de ponto final”. O objetivo da avaliação de danos é combinar uma série de indicadores de categoria de impacto em uma categoria de danos (também chamada de área de proteção).

Na etapa de avaliação de danos, os indicadores de categoria de impacto com uma unidade comum podem ser adicionados. No método ReCiPe, as 18 categorias de impactos são relacionadas em três categorias de danos de parâmetros finais: os danos para a saúde humana, os ecossistemas e os recursos, assim apresentados:

- a saúde humana: expressa como o número de anos de vida perdidos e o número de anos vividos com deficiência. Esses são combinados como Anos de Vida Ajustados por Incapacidade (*Disability Adjusted Life Years - DALYs*), um índice que também é usado pelo Banco Mundial e pela OMS. Com relação à categoria de dano de saúde humana do ponto final, os seguintes itens podem ser encontrados no ponto médio que impactam a saúde humana: aquecimento global; depleção estratosférica de ozônio; radiação ionizante e formação de ozônio; formação de partículas finas; toxicidade carcinogênica humana; toxicidade não carcinogênica humana, e consumo de água;

- ecossistemas: expressos como a perda de espécies sobre uma determinada área, durante certo tempo. A unidade é espécies por ano. No que diz respeito à categoria de dano final a ecossistemas, pode-se encontrar o seguinte no nível médio que impacta vários ecossistemas: aquecimento global e ecossistemas terrestres e de água doce, e formação de ozônio e ecossistemas terrestres. Além disso, os ecossistemas terrestres e aquáticos são afetados por: acidificação terrestre; eutrofização de água doce e marinha; ecotoxicidade terrestre, de água doce e marinha; uso da terra; e consumo de água;

- escassez de recursos: expressa como os custos excedentes da futura produção de recursos ao longo de um período infinito (assumindo produção anual constante), considerando uma taxa de desconto de 3%. A unidade é USD2013. O dano no *endpoint* na categoria de recursos refere-se à escassez de recursos minerais, um impacto médio.

3.2.3.3 Normalização

Muitos métodos permitem que os resultados do indicador da categoria de impacto sejam comparados por um valor de referência (ou normal). Isso significa que a categoria de impacto é dividida pela referência. Uma referência comum é a carga ambiental média anual em um país ou continente, dividido pelo número de habitantes. No entanto, a referência pode ser escolhida livremente. O usuário também pode escolher a carga ambiental de iluminação de uma lâmpada de 60W por uma hora, 100 km de transporte por carro ou 1 litro de leite. Isso pode ser útil para comunicar os resultados a especialistas que não trabalham com ACV, pois o usuário compara seu próprio ACV contra algo que todos possam imaginar. No SimaPro, muitas vezes, existem conjuntos de normalização alternativos disponíveis (SIMAPRO, 2016).

A normalização é baseada no relatório de Sleeswijk *et al.* (2007). Os números de normalização usados no SimaPro são recalculados por cidadão. A população utilizada da Europa é 464.036.294 cidadãos, e o mundo tem 6.055.000.000 pessoas (SIMAPRO, 2016). Após a normalização, os indicadores da categoria de impacto são registrados com a mesma unidade, o que facilita a comparação. A normalização pode ser aplicada tanto na caracterização quanto nos resultados de avaliação de danos. Os fatores globais de normalização para o ano de referência 2010 estão incluídos desde a versão 1.03 do ReCiPe 2016. No entanto, o relatório de referência atualizado ainda não foi publicado e o inventário de referência global ainda não está implementado no SimaPro.

3.2.3.4 Ponderação

Alguns métodos permitem a ponderação em categorias de impacto. Isso significa que os resultados do indicador de categoria de impacto (ou danos) são multiplicados por fatores de ponderação e são adicionados para criar uma pontuação total ou única. A ponderação pode ser aplicada em pontuações normalizadas ou não normalizadas, pois alguns métodos, como o EPS, não possuem um passo de normalização. No SimaPro, muitas vezes, existem conjuntos de ponderação alternativa disponíveis, sempre em combinação com um conjunto de normalização (SIMAPRO, 2016).

O desenvolvimento de fatores de ponderação não fazia parte do projeto ReCiPe 2016. Portanto, os conjuntos de ponderação do anterior versão do ReCiPe são reutilizados aqui. Eles são baseados na ponderação de painel executada no nível da categoria de danos (ponto final). Um conjunto específico de ponderação está disponível para cada perspectiva. Além disso, o resultado médio da avaliação do painel está disponível como conjunto de ponderação.

A versão hierárquica do ReCiPe com ponderação média é escolhida como padrão. Em geral, as escolhas de valor feitas na versão hierárquica é cientificamente e politicamente aceita.

Na Tabela 1, pode-se exemplificar os índices utilizados na conversão do ponto médio para o ponto final na categoria danos à saúde humana.

Tabela 1 - Fator de conversão de indicadores do ponto médio para o ponto final na categoria de danos à saúde humana.

Fator de conversão de ponto médio a ponto final	Unidade	(H)
Saúde humana		
Aquecimento Global - Saúde humana	DALY/kg CO2 eq.	9,28E-07
Destruição do ozônio estratosférico - Saúde humana	DALY/kg CFC11 eq.	5,31E-04
Radiação ionizante - Saúde humana	DALY/kBq Co-60 emitido para o ar eq.	8,50E-09
Formação de partículas finas - Saúde humana	DALY/kg PM2.5 eq.	6,29E-04
Formação fotoquímica de ozônio - Saúde humana	DALY/kg NOx eq.	9,10E-07
Toxicidade - Saúde humana (cancerígena)	DALY/kg 1,4-DCB emitido para o ar eq.	3,32E-06
Toxicidade - Saúde humana (não cancerígena)	DALY/kg 1,4-DCB emitido para o ar eq.	6,65E-09
Consumo de água - saúde humana	Daly/m3 consumido	2,22E-06

3.2.4 Interpretação da avaliação de ciclo de vida e as recomendações normativas

Na NBR ISO 14040:2009, a interpretação do ciclo de vida é assim definida: “É a fase da ACV em que as constatações de análise de inventário e de avaliação de impacto são consideradas em conjunto: no caso de estudos de ICV, somente as conclusões de análise de inventário serão consideradas” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009b, p. 17).

A interpretação, para Leiva (2016, p. 37), é definida como: “a combinação dos resultados da análise de inventário (ICV) e da avaliação de impacto (EICV), na qual os resultados são fornecidos de forma consistente com o objetivo e o escopo definidos”. Essa fase pode envolver um processo iterativo de revisar e atualizar o escopo, assim como a natureza e a qualidade dos dados coletados visando à consistência em relação ao objetivo e ao escopo.

Zampori *et al.* (2016) entendem como objetivos fundamentais da interpretação a melhoria do modelo de inventário, a realização de análise de sensibilidade; a compreensão de suposições subjacentes em relação a conjuntos de dados secundários; a combinação de pontos e a formulação de conclusões adequadas e robustas.

Para a ILCD:

A interpretação do ciclo de vida é a fase da ACV, onde os resultados das outras fases são, portanto, considerados coletivamente e analisados à luz da precisão, integridade e precisão alcançadas dos dados aplicados e os pressupostos que foram feitos ao longo do ACV/IACV. Como dito, em paralelo à realização do trabalho ACV, isso serve para melhorar o modelo IACV (EUROPEAN COMMISSION, 2010, p.285).

Nigri *et al.* (2014) destacam como objetivo dessa fase de interpretação do ACV concluir e recomendar mediante reflexões sobre a identificação de questões relevantes do produto ou atividade em avaliação.

As recomendações da Norma são para que a interpretação reflita o fato de que os resultados de AICV têm como base uma abordagem relativa, indicando efeitos ambientais potenciais e não a previsão de impactos reais sobre pontos finais de categoria, bem como a extrapolação de limites e as margens de segurança ou os riscos.

Para Nigri *et al.* (2014), essa fase define um procedimento sistemático que visa à identificação, à qualificação e à avaliação dos resultados do inventário do ciclo de vida ou à

avaliação do impacto do ciclo de vida, permitindo interpretar o ciclo de vida e criar uma base de dados que possibilite incorporar as conclusões e recomendações no relatório final.

Alguns dos elementos da interpretação, a exemplo da análise de integridade e sensibilidade, bem como análise de incerteza potencial para a determinação da precisão, são aplicados ao longo do estudo IACV/ACV, junto com verificações de qualidade no nível dos dados do processo da unidade, os resultados do IACV e a aplicação da avaliação de impacto como parte dos laços iterativos que são utilizados no desenho dos limites do sistema e na coleta de dados de inventário. O último passo de conclusões e recomendações é feito no final do estudo, caso tais elementos forem direcionados (*EUROPEAN COMMISSION*, 2010).

Salienta Leiva (2016) que, nessa fase, podem ser incluídas medidas qualitativas e quantitativas de melhorias, expressadas em mudanças no produto, no processo, no projeto, na substituição de matérias-primas e no gerenciamento de resíduos, dentre outras, e ainda associar a ferramentas de prevenção de poluição industrial, como a minimização de resíduos ou o redesenho de produtos.

3.2.5 Análise de Sensibilidade

Análise da sensibilidade é a técnica que determina o quanto as mudanças nos dados e nas escolhas metodológicas afetam os resultados da Avaliação do Inventário do Ciclo de Vida (AICV). São procedimentos sistemáticos para estimar os efeitos das escolhas feitas em termos de métodos e dados nos resultados de um estudo. O objetivo da verificação de sensibilidade é avaliar a confiabilidade dos resultados finais e conclusões, determinando de que forma eles são afetados por incertezas nos dados, métodos de alocação ou cálculo dos resultados dos indicadores de categoria. Uma análise dos resultados quanto á sensibilidade e incerteza deve ser conduzida para estudos que se pretende utilizar em afirmações comparativas a serem divulgadas publicamente (NBR ISO 14040, 2009b).

Segundo Björklund (2002), a sensibilidade é a influência que um parâmetro de variável independente tem sob outro valor de variável dependente. As variáveis independentes de uma ACV podem ser os valores de parâmetros de entrada, as fronteiras do sistema, regras de alocação, modelos ou processos utilizados. As variáveis dependentes podem ser os valores de parâmetros de saída ou prioridades entre alternativas em um estudo comparativo. Esta análise consiste usualmente em alterar os valores dos parâmetros, modelos ou métodos utilizados e observar as alterações ocorridas nos resultados finais, avaliando as alternativas.

Possibilita também verificar a influência de determinados pontos do estudo nos seus resultados finais. A atual ISO NBR ISO 14040 prescreve que a análise de sensibilidade deverá estar focada nos assuntos mais significativos para determinar a influência na variação de suposições, métodos e dados utilizados.

Alguns dos elementos da interpretação, a exemplo da análise de integridade e sensibilidade, bem como análise de incerteza potencial para a determinação da precisão, são aplicados ao longo do estudo IACV/ACV, junto com verificações de qualidade no nível dos dados do processo da unidade, os resultados do IACV e a aplicação da avaliação de impacto como parte dos laços iterativos que são utilizados no desenho dos limites do sistema e na coleta de dados de inventário. O último passo de conclusões e recomendações é feito no final do estudo, caso tais elementos forem direcionados (*EUROPEAN COMMISSION*, 2010).

Muitas combinações de sensibilidade são possíveis nos estudos de sustentabilidade no ciclo de vida dos produtos e/ou processos. Neste trabalho apresentamos a análise de sensibilidade de algumas variações de dados de entrada como: Variação nas distâncias de transportes, adoção de matriz energética brasileira, comparação de produção de concreto da base de dados da Ecoinvent em relação a produção no Brasil. Também foi feita análise de sensibilidade no que se refere a escolha de métodos de caracterização de impactos, os métodos europeus IMPACT 2002+V2.14 e ILCD 2011 Midpoint + V1.10 e o método americano BEES + V4.07 USA.

4 AVALIAÇÃO DO CUSTEIO DO CICLO DE VIDA - ACC

Neste capítulo, o tema de investigação consiste na avaliação do custo do ciclo de vida (ACC), um termo publicado pela primeira vez na década de 1960, nos Estados Unidos.. As primeiras tentativas de incorporá-lo na indústria da construção foram feitas em meados da década de 1980 e deram ênfase ao crescimento da teoria da ACC devido à realização de muitos projetos de pesquisa visando ao desenvolvimento da metodologia no setor (POSSAN; DEMOLINER, 2013).

Para esta seção, em específico, a avaliação do custo do ciclo de vida tem como foco as pontes e a sua sustentabilidade, uma vez que a rede de transportes rodoviários é um bem fundamental a nível econômico e social, executa um papel relevante no cotidiano dos usuários e proporciona, às pessoas e aos bens, um meio de transporte rápido, fácil e seguro, fator considerado fundamental na economia e prosperidade das nações. Em razão de sua importância, a Europa investe 500 bilhões de Euros por ano com a circulação de pessoas e de bens pelas estradas do continente, cerca de 15% do rendimento *per capita* dos cidadãos, confirmando a qualidade de serviço e da flexibilidade e revelando os custos anuais de pontes, consequência da circulação e esgotamento da capacidade de escoamento, com tendência a aumento no número de veículos e perspectiva de crescimento de 60% para o ano de 2020 (ALMEIDA, 2013a).

Com o desenvolvimento sustentável, foi acrescentada uma dimensão inovadora na avaliação de investimentos rodoviários e discutida uma abordagem integrada à avaliação de custos de ciclo de vida para avaliação da sustentabilidade de infraestrutura e de comparação entre materiais alternativos e projetos, utilizando indicadores ambientais, econômicos e sociais (GOH; YANG, 2009). A ACC tem sido utilizado como ferramenta de cálculo e de comparação de custo de um produto do ponto de vista do ciclo de vida e, até mesmo, do uso de uma metodologia desenvolvida de modo específico (FAUZI *et al.*, 2019).

A ACC foi promovida como um dos três pilares da sustentabilidade, fato que trouxe a necessidade de se explorar como as avaliações separadas dos pilares ambiental, econômico e social poderiam ser utilizadas na prática pelos tomadores de decisão para tornar os *trade-offs* explícitos. “O objetivo final é criar consenso para um padrão internacional paralelo ao padrão ISO 14040. Isso colocaria a ACC em uma base sólida e lançaria as bases para a eventual integração da ACV social em uma LCSA abrangente de três pilares” (SWARR *et al.*, 2011, p.391).

4.1 APRESENTAÇÃO E CONCEITO

A ACC tem sido considerada um importante indicador para mensurar o desempenho econômico de um projeto, como uma contrapartida lógica da ACV para a avaliação econômica. Usada desde 1960 para a análise de custos, tornou-se, a partir do ano de 2000, fundamental para a estrutura da sustentabilidade em sua utilidade para determinar a relação de custo-eficácia/custo-competitividade de diversas opções de tecnologia que respeitam o ambiente (JANJUA; SARKER; BISWAS, 2019).

O custo do ciclo de vida (ACC) de um ativo é definido como o custo total, que inclui os custos iniciais, a manutenção, o reparo e a renovação na vida útil ou em um ciclo de vida especificado. A base da ACC é o entendimento sobre o valor atemporal do dinheiro que, por sua vez, fundamenta a avaliação de custo do ciclo de vida (RAHMAN; VANIER, 2004). Na visão de Safi, Sundquist e Karoumi (2015, p. 2), esse custeio do ciclo de vida “é uma técnica de suporte à decisão que permite a comparação de ACCs de uma matriz de alternativas que todos podem cumprir certa função, mas diferem substancialmente em ACC e/ou tempo de vida”.

Em uma abordagem ACC, os custos projetados ou os benefícios desejados poderão incluir financiamento, custos de negócios, renda das vendas e custos de usuários. A motivação mais importante para o uso da ACC consiste no propósito de equilibrar a redução de custos de operação e de manutenção com um possível aumento dos custos iniciais (POPA *et al.*, 2018).

As avaliações do custo do ciclo de vida podem ser aplicadas em diferentes circunstâncias na construção: um projeto de investimento em uma única instalação completa construída, como um edifício ou estrutura de engenharia civil; um componente individual no âmbito de uma instalação; e, ainda, em um portfólio que inclui várias instalações, com possibilidade de variação no período de análise (LANGDON, 2007).

O custo do ciclo de vida consiste em uma técnica que possibilita realizar avaliações comparativas de custo, durante um período predeterminado, que considera os fatores econômicos relacionados aos custos iniciais de capital e operacionais futuros. É interpretado como uma avaliação econômica porque considera os fluxos de custos projetados no período de análise (TUPAMÄKI, 2003).

Já a definição da avaliação do ciclo de vida (ACC) a indica como:

Uma avaliação de todos os custos associados ao ciclo de vida de um produto que são diretamente cobertos por um ou mais dos atores no ciclo de vida do produto

(fornecedor, produtor, usuário/consumidor), com inclusão complementar de externalidades que se prevê serem internalizadas no futuro relevante para a decisão. [...] A ACC avalia a viabilidade econômica de uma opção e a relaciona com o desempenho ambiental e social. Por outras palavras, se várias opções para administrar o ciclo de vida de um produto forem comparadas e uma opção for preferível devido a benefícios ambientais e sociais, esta opção não pode ser insustentável no sentido econômico, desde que alguém na economia produza e comercialize o produto com sucesso. Isso também implica que o cálculo do ciclo de vida, sem avaliações adicionais, não pode servir como único indicador para a boa prática (sustentável), a menos que haja uma correlação validada de baixos custos do ciclo de vida para baixos impactos ambientais e sociais para produtos específicos ou grupos de produtos (REBITZER *et al.*, 2006, p.76-7).

Trata-se da análise de custos do ciclo de vida, de uma metodologia que avalia sistematicamente o ACC no período de análise definido e de acordo com o escopo acordado. Essa análise é usada em sistemas de gerenciamento de pontes como uma ferramenta para selecionar uma estratégia ideal, considerando a vida útil remanescente e a classe de condição de pontes existentes (VEGANZONES MUÑOZ *et al.*, 2016).

O custo do ciclo de vida requer a análise prévia dos custos do objeto que está sendo avaliado ao longo de sua vida útil, de modo a incluir os custos típicos que podem ser aqueles associados ao planejamento, desenvolvimento, manutenção, reabilitação e reparo, aquisição, operação, apoio logístico e alienação de um ativo, além dos custos sociais envolvidos (RAHMAN; VANIER, 2004). A ACC tem como objetivo a realização de uma análise e, para isso, deverá ser escolhida a abordagem mais econômica por meio de diferentes alternativas que permitam alcançar, ao longo do tempo, o menor custo pois, geralmente, o custo de operação, de manutenção e de descarte excedem os demais custos iniciais e o equilíbrio entre eles é alcançado com a minimização da ACC total (BARRINGER, 2003).

Matos *et al.* (2018, p. 1833) sugerem uma classificação dos aspectos que impactam de forma mais evidente sobre o *design* tradicional em uma análise de ACC:

Operação do sistema e desenvolvimento do projeto: permite envolver atividades como políticas de operação (inspeções, intervenções, monitoramento, etc.); exploração econômica (serviço de melhoria, estratégia de cobrança, estratégias financeiras, etc.) e desenvolvimentos futuros (expansão, atualização tecnológica, etc.); Estrutura de custos dos projetos: fornece uma estrutura de decisão que permite avaliar os custos gerais de um projeto para selecionar os requisitos de projeto e gerenciamento; Implicações de sustentabilidade: controle de poluição, uso racional de recursos e viabilidade financeira de projetos de engenharia.

Destacam Xie, Wu e Wang (2018, p.44) que a demanda pela reabilitação de pontes e sua sustentabilidade tem recebido atenção com respeito ao impacto ambiental da manutenção paralelamente à segurança das pontes existentes e ao custo de manutenção, razão de

preocupação constante: “do ponto de vista da gestão da manutenção do ciclo de vida, este estudo realizou uma otimização multi-objetivo para minimizar o ACC e o LCEI da estratégia de manutenção da ponte existente quando a segurança da ponte foi garantida”.

Padgett e Tapia (2013) lembram que as análises de custo de ciclo de vida para pontes são usadas, geralmente, para avaliação dos custos associados à construção, à operação ou à manutenção e demolição, entre outras fases. Recentemente um movimento em direção a análises de ciclo de vida de pontes incorpora medidas de sustentabilidade que se concentram na quantificação de indicadores ambientais de sustentabilidade e utiliza indicadores como emissões químicas de inventário de liberação tóxica, poluentes do ar, consumo de água, geração de resíduos perigosos e fumaça. Dentre eles, destacam-se dois indicadores ambientais: as emissões de dióxido de carbono e a energia incorporada.

A sustentabilidade agora se caracteriza como uma consideração crítica que afeta o projeto, a construção, a operação e a alienação de ativos construídos, e a metodologia ACC é um elemento chave de apoio para melhorias da sustentabilidade de ambientes construídos. A metodologia ACC permite a avaliação dos efeitos de custo desses impactos e contribui para que possam ser elaboradas decisões equilibradas sobre os custos do ciclo de vida a fim de mitigar e de reduzir o impacto ambiental (DAVIS LANGDON MANAGEMENT CONSULTING, 2007).

Com referência à sustentabilidade de pontes, a análise dos custos do ciclo de vida é interpretada como uma ferramenta para auxiliar as agências de transporte na tomada de decisões de investimento e no gerenciamento de ativos por ser uma técnica importante para auxiliar nas decisões de investimento pelos responsáveis dos transportes, inclusive com registros em algumas legislações e regulamentos quanto aos benefícios potenciais obtidos (HAWK, 2003).

As informações decorrentes da análise do ciclo de vida são importantes para os tomadores de decisões em pontes ou em outras instalações de infraestrutura civil pois selecionam os menores custos do ciclo de vida. Essa ferramenta permite que os projetos sejam classificados com base no custo total de cada propriedade e pode, ainda, combinar os dados dos custos visando à validação do projeto e à redução de riscos. Por fim, é possível tomar decisões com validade nas informações e elaborar melhores relatórios para as partes interessadas.

Nielsen, Raman e Chattopadhyay (2013) referem-se à gestão do ciclo de vida de pontes concernente à variedade de atividades que são desenvolvidas durante essa vida, já que

que na análise predomina a manutenção do desempenho dos ativos com a tomada de decisões de manutenção econômicas. O cálculo da ACC de uma ponte requer que seja presumido o ciclo de vida dos elementos estruturais, em razão do papel importante que desempenha, pois ao longo do ciclo de vida a identificação do desgaste real desses elementos só pode ser realizada em um período predeterminado, de modo que as informações devem ser estimadas e os custos presumidos calculados, bem como elaborar previsão dos ciclos de renovação com os respectivos custos dessa renovação incluídos (MACEK; SNÍŽEK, 2017).

Segundo Sagemo e Storck (2013, p. 4), o termo custo do ciclo de vida “refere-se ao valor presente do custo total de um determinado produto ou serviço em toda a vida útil ou em um período de tempo especificado”. Woodward (1997, p. 336), por sua vez, indica que “O custo do ciclo de vida de um item é a soma de todos os fundos gastos em apoio do item desde a sua concepção e fabricação através de sua operação até o final de sua vida útil”.

Em outra explanação, “O cálculo do custo do ciclo de vida é um método de avaliação de despesas que reconhece a soma total de todos os custos associados à despesa durante o tempo que está em uso” (OKANO, 2001, p. 318), sendo necessário o reconhecimento de três perspectivas sobre o gerenciamento do custeio do ciclo de vida: a produção ou a perspectiva do produtor; o cliente ou a perspectiva do usuário; e a perspectiva social ou ambiental, que considera os custos sociais e ambientais como os custos de eliminação e de externalidade na avaliação de custos totais.

Saridaki, Psarra e Haugbølle (2019) sugerem que uma ferramenta ACC deverá poder realizar troca de dados de diferentes fontes, como projetos de modelos para extrair quantidades; folhas de dados contendo informações sobre o produto, seu ciclo de vida, manutenção, atividades de operação dos elementos; banco de dados de custo, para conhecer os custos de diferentes elementos e atividades; e financiamento de dados, como a inflação e as taxas de desconto.

Isto ocorre porque a definição do ACC inclui os custos para a construção, para a operação e para a manutenção do ciclo de vida, mas não inclui as externalidades, os custos não relacionados à construção e renda, fato que fez surgir, ao longo do tempo, uma gama de diferentes ferramentas com distintas características, benefícios e vantagens, a exemplo de planilhas eletrônicas, aplicativos independentes e serviços da web (HAUGBØLLE; RAFFNSØE, 2019).

O ACC em pontes, objeto deste estudo, é compreendido como um conjunto de economia, princípios e procedimentos computacionais destinados à comparação de custos

iniciais e futuros para chegar à máxima estratégia econômica, visando garantir que uma ponte forneça os serviços para os quais se destina. O ACC é uma técnica utilizada para considerar a eficiência econômica das despesas e, com base em um determinado conjunto de requisitos que uma ponte deve atender, como os volumes de tráfego a serem transportados, a carga máxima do veículo, as condições geotécnicas e climáticas, é possível que um conjunto de ações de menor custo que atenda a esses requisitos seja preferível a outros conjuntos de ações (HAWK, 2003).

Conforme destacado por Sagemo e Storck (2013, p. 4), a análise de custo do ciclo de vida tem como objetivo “permitir uma avaliação econômica comparativa de todos os custos relacionados a um projeto durante um período de tempo especificado”. A comparação, contudo, somente é relevante se o benefício das alternativas é o mesmo, do que se infere, por exemplo, que duas pontes com capacidades diferentes não devem ser comparadas. De fato, o ciclo de vida de um projeto de construção consiste em uma fase de projeto, uma fase de construção, uma fase de operação e de manutenção e uma fase de fim de vida (Fig. 4), de modo que as análises de custo do ciclo de vida podem ser iniciadas em qualquer uma dessas etapas, no entanto, é implementada, na maioria das vezes, na fase de projeto.



Figura 4 – Fases de análise de custos do ciclo de vida de pontes
Fonte: Sagemo e Storck (2013, p. 4). Adaptado.

Para uma ponte, a análise de custos de ciclo de vida pode incluir o tempo total de vida de uma obra de arte, considerando os custos associados às diferentes fases pelas quais a obra passa ao longo do tempo. Tais fases do ciclo de vida consideram, em sua concepção, os estudos preliminares e o projeto; na construção, o planejamento da construção e a execução; e, nos serviços, a operação, a inspeção, a manutenção e a reparação; e, por fim, na alienação, o desmantelamento e a substituição, de modo que, nessa análise, o tempo de vida pode ser

ajustado considerando apenas parte do período de vida do conjunto de ativos definidos (ALMEIDA, 2013b).

Dentre os métodos de avaliação econômica, o valor presente líquido e a análise de retorno no período são os mais comumente usados para apoiar decisões de investimento estratégicos de alto nível, sendo o último mais comumente usado no setor privado do que no setor público, com retorno financeiro de menor significado. Quanto ao nível de taxa de desconto utilizada, pode ter um impacto significativo sobre o resultado da análise, permitindo determinar se um planejamento é financeiramente viável, ou se uma opção estratégica é preferível à outra (DAVIS LANGDON MANAGEMENT CONSULTING, 2007).

Em *Hanshin Expressway Bridge Management System* (H-BMS), o custo do ciclo de vida é definido como “a soma dos custos diretos e dos custos do usuário para os próximos 100 anos”, sendo incluídas nos custos diretos as despesas regulares de manutenção e reparos; e, os custos dos usuários referem-se às externalidades, como o congestionamento e o aumento no custo de operação do veículo (NISHIBAYASHI; KANJO; KATAYAMA, 2006, p.915).

Para Veganzones Muñoz *et al.* (2016, p. 1737), os custos do usuário podem se caracterizar como custos totais e podem evoluir rapidamente, de modo que a avaliação do desempenho estrutural e do custo total acumulado ao longo de todo o ciclo de vida determina uma gestão competente da infraestrutura civil, compreendendo o custo do ciclo de vida como “o custo de um ativo ou de suas partes, ao longo de seu ciclo de vida, enquanto cumpre seus requisitos de desempenho”.

Em estudo que comparou o ACC de diferentes estratégias de gerenciamento de corrosão para estruturas de aço em ponte, com uso de aço carbono revestido ou aço estrutural, Kere e Huang (2019) desenvolveram um modelo probabilístico de corrosão que incorpora a degradação do revestimento no processo de deterioração do aço, investigando o impacto de diferentes sistemas de revestimento em ACC, mediante comparação dos ACCs de estratégias de manutenção cíclicas e baseadas em condições. Os resultados indicam o aço inoxidável estrutural como mais benéfico economicamente, comparativamente ao aço de carbono revestido; contudo, o tempo de retorno depende dos parâmetros de análise de ACC.

Estudo de Scope *et al.* (2016) sobre ACC identificou tipos de incertezas e métodos não resolvidos, incluindo modelagem probabilística. Em avaliação do potencial de aprendizagem de outras formas na ACV e na avaliação da sustentabilidade do ciclo de vida, foram identificadas 28 possíveis aplicações ainda não utilizadas no ACC, que podem ser

ensinadas aos praticantes para abordar a incerteza de parâmetros e de cenários, com amplos potenciais de aprendizagem.

A verificação de terceiros, conforme exigida pela série ISO 14040, incentiva os analistas de ACC a incluírem o levantamento de especialistas como uma rotina de feedback, não apenas em dados incertos, mas também em modelagem e escolhas de sistemas. Nossas descobertas encorajam uma troca vívida de pesquisa e melhores práticas entre essas três comunidades, a saber, ACC, ACV e LCSA (SCOPE *et al.*, 2016, p.1.181).

Du *et al.* (2014) referem estudos que atribuem à ponderação baseada em valor como uma alternativa para comparar análises de custos, inclusive com recomendação de alguns autores para usar diferentes conjuntos de ponderação a fim de comparar resultados visando à redução no risco de ignorar fatores importantes. A discussão sobre a possibilidade de analisar o valor econômico dos impactos ambientais no ciclo de vida mostrou que devem ser incluídos os custos ambientais externos no ACC, utilizando os resultados monetários ponderados obtidos na análise do sistema ambiental. Como sugestão de sistemas de ponderação monetária, é referido o Ecovalue08, com ponderações atualizadas de Ecovalue12.

Para Shim e Lee (2016), a análise de ACC referente a pontes pode utilizar determinística ou abordagens probabilísticas, sendo a primeira a metodologia tradicional, na qual o usuário atribui cada entrada variável, como a vida útil, a taxa de desconto, o custo de atividades de manutenção e também do intervalo de manutenção, como um valor fixo com base em dados históricos e julgamento do usuário. Pesquisas sobre análises de ACC em custos de superestruturas de pontes usando modelos de probabilidade completos de variáveis relacionadas não são comuns.

Boomen, Schoenmaker e Wolfert (2017, p.1) sugerem que:

O ACC probabilístico para otimização de manutenção é importante para proprietários de ativos, gerentes de ativos e provedores de serviços. Em geral, a otimização de custos probabilísticos fundamentais na manutenção de estratégias é amplamente abordada na literatura sobre engenharia de confiabilidade, mas muitas vezes falta desconto de custo. O custo da falha é definido em relação ao custo da manutenção preventiva para encontrar estratégias de manutenção preventiva ou corretiva otimizadas. Os modelos probabilísticos fundamentais fornecem uma estimativa rápida para intervalos otimizados de substituição preventiva (ou grandes revisões) considerando um trade-off entre custos de substituição corretiva e preventiva.

Como valor desses modelos genéricos de otimização, são destacados a facilidade e a ampla aplicabilidade, de modo que os profissionais estabeleçam “um planejamento de ativos

de longo prazo para tipos semelhantes de ativos, além de análises de ACC probabilísticas mais específicas e avançadas” (BOOMEN; SCHOENMAKER; WOLFERT, 2017, p. 1).

Quando se analisa a ACC, devem-se identificar todas as fases do ciclo de vida de um produto. No caso de custo do ciclo de vida das pontes, podem ser divididos em custos de agência e custos de usuários com outras subdivisões. Neste estudo, foi considerado apenas o custo de agência. Nesse sentido, importante destacar a concepção de que “Os custos do usuário geralmente não são incluídos em uma análise de ACC” (THOFT-CHRISTENSEN, 2006, p. 1781).

4.1.1 Custos de agência

Sobre os ACCs, Haak (2018) considera custos diretos definidos aqueles que são acumulados antes que a ponte seja utilizada para fins públicos ou no futuro. São os denominados custos de agência, pagos pela agência que possui a ponte, sendo que os custos futuros incluem aqueles derivados de medidas preventivas, como a manutenção, o reparo, a substituição e a eliminação.

Os custos de agência incluem o planejamento e o projeto, a construção, a manutenção e a alienação. Esses custos podem ser calculados de acordo com a equação a seguir descrita:

$$C_{agência} = C_{Aquisição} + C_{MR\&R}$$

Onde:

$C_{aquisição}$: É o custo de compra, construção e instalação.

$C_{MR\&R}$: É o custo das inspeções, operação, manutenção, reparo e disposição.

$C_{agência}$: São as despesas do proprietário (SAGEMO; STORCK, 2013, p. 7).

Safi (2012, p.14) relaciona as categorias de custo de agência classificadas em ordem crescente com relação aos eventos de ocorrência, conforme apresentado no Quadro 2.

Custo de investimento					Custo das ações corretivas e demolições	
Planejamento e estudo inicial	Estudo de viabilidade	Documentos da ponte	Concurso licitação	Construção	Operação e manutenção	Fim de vida
		Detalhe do projeto				

Quadro 2 - Custos de agência, categorias e seus eventos de ocorrência em caso de pontes
Fonte: Safi (2012, p. 14). Adaptado.

No caso de uma ponte, os cálculos referentes aos custos de operação e manutenção comumente são fundamentados em dados históricos de inspeções e reparos de pontes reais.

Os custos de agência de pontes não se caracterizam como despesa única, porque uma ponte representa um investimento a longo prazo e de vários anos. Feito o planejamento, o projeto e a construção, a ponte exige manutenção periódica e ações de reparo e reabilitação, que garantam a sua função e segurança contínuas. O tempo avaliado entre a sua construção e a sua substituição ou remoção do serviço caracteriza a sua vida útil; e, a sequência de ações e eventos, e os resultados trazidos, desde a construção, uso, envelhecimento, danos, reparos e renovações, que indicam o fim da vida útil e a condição da ponte em sua vida, compõem o ciclo de vida (HAWK, 2003).

Para a realização do estudo de ACC, a definição dos custos segue orientações que são ditadas por instituições estatais. Todas as informações sobre orientação de custos do DNIT, DER-PR, Sinapi e SEIL podem ser encontradas nas páginas webs das instituições, disponíveis para consulta pública.

No Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, o Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) é uma ferramenta utilizada por projetistas, construtores, fornecedores, empresários e órgãos governamentais e é apresentado nos formatos “sem desoneração” e/ou “com desoneração”. As planilhas são compostas por:

- preço unitário de materiais;
- custo unitário da mão de obra;
- preço unitário dos equipamentos;
- atividades auxiliares – resumo dos custos unitários de referência: novembro de 2019;
- atividades auxiliares – produção da equipe;
- encargos sociais sobre preços da mão de obra horista e mensalista (DNIT, 2016).

O Departamento de Estradas e Rodagem do Paraná (DER-PR), por sua vez, apresenta as seguintes tabelas para compor custos:

- consumos de transporte;
- custos de materiais - com desoneração;
- custos de transportes - com desoneração;
- custos horários de mão de obra - com desoneração;
- custos horários de equipamentos - com desoneração;
- preço referencial de serviços - com desoneração.pdf (DER, 2016).

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (Sinapi), já mencionado, é apresentado como “Um sistema de pesquisa que informa os custos de projetos e índices da construção civil” (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2019, p.1).

Consiste em uma fonte oficial de referência de preços de insumos e de custos de composições de serviços, conforme dispõe o Decreto nº 7.983/2013, que estabelece os critérios para orçamento de referência, e pela Lei nº 13.303/2016, Lei das Estatais (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2019).

É de competência do Sinapi a produção de séries mensais de custos e de índices para o setor da construção civil, assim como sobre salários médios de mão de obra, de preços de materiais, máquinas e equipamentos, além de serviços da construção para os setores de saneamento básico, infraestrutura e habitação (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2019).

Trata-se de um Sistema produzido pelo IBGE e pela Caixa Econômica Federal, mediante acordo de cooperação técnica. O IBGE é responsável pela coleta, pela apuração e pelo cálculo. À Caixa, por sua vez, compete a definição e a manutenção de aspectos de engenharia, como os projetos, composições de serviços, dentre outros. Acerca desse Sistema, as estatísticas:

São fundamentais na programação de investimentos, sobretudo para o setor público. Os preços e custos auxiliam na elaboração, análise e avaliação de orçamentos, enquanto os índices possibilitam a atualização dos valores das despesas nos contratos e orçamentos (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2019, p.1).

No estado do Paraná, a Paraná Edificações, órgão da Secretaria do Desenvolvimento Urbano e de Obras Públicas, tem como missão o planejamento, a coordenação e a execução de projetos, obras e serviços de engenharia de edificações, de interesse da administração pública estadual, com enfoque no desenvolvimento sustentável (PARANÁ, 2019).

Os custos para serviços de edificação com desoneração são disponibilizados em Planilha de Custos, atendendo ao disposto na Resolução Conjunta SEIL/PRED nº 003/2019, e a referência é o Sinapi, de março de 2019, com vigência até maio de 2019. A Planilha de Custos de Serviços de Edificação – Com Desoneração está disponível na página web da Paraná Edificações (PARANÁ, 2019).

As planilhas de custos devem incluir as Bonificações e Despesas Indiretas (BDI) para formação do preço final dos serviços. No que refere ao BDI, segundo o Tribunal de Contas da União (TCU), a bonificação “É termo técnico usado no ramo da engenharia, especialmente da construção civil, para indicar, na formulação dos preços, percentual que incide sobre despesas/custos de uma obra ou serviço” (BRASIL, 2010, p.183).

O BDI refere-se às despesas diretas e indiretas e ao lucro correspondentes à execução de obra ou à prestação de serviço, de modo que a importância relativa ao BDI é somada ao custo direto de obra ou serviço, com elevação no valor final do objeto.

O cálculo do BDI é realizado com os seguintes elementos:

despesas diretas ou custos diretos – soma dos custos dos insumos relativos a materiais, equipamentos e mão-de-obra necessários à realização de obra ou serviço. São custos que se agregam ao processo produtivo e podem ser medidos com objetividade; despesas indiretas ou custos indiretos – soma dos custos não relacionados diretamente com o empreendimento. São custos que nem sempre podem ser medidos com objetividade; lucro – remuneração da empresa. É igual à diferença entre o preço de determinada obra ou serviço e os custos diretos e indiretos para realização. É um percentual do custo orçado (BRASIL, 2010, p.184).

Quanto à taxa de BDI, contém os seguintes itens: caução, seguro, despesa financeira e custo eventual; administração central da empresa; Imposto Sobre Serviços (ISS); contribuição ao Programa de Integração Social (PIS); e, Contribuição para Seguridade Social (COFINS). (BRASIL, 2010).

4.1.2 Interpretação e relatório de resultados

Após a realização da análise de ACC, os relatórios devem informar os resultados incluindo as incertezas e as limitações dos resultados, considerando que essa análise contém simplificações e premissas. Conforme instruções da metodologia, alguns pontos devem ser mantidos na interpretação dos resultados; são eles:

- ACC não é uma ciência precisa e a confiabilidade dos resultados deve ser considerada, na melhor das hipóteses, como razoável;

- as saídas de ACC não podem ser mais precisas do que as entradas, especialmente quanto às estimativas e os pressupostos feitos em termos de tempo e custo;
- a precisão dos resultados é de difícil mensuração, em virtude que as variâncias obtidas por métodos estatísticos, normalmente, são grandes;
- os dados relevantes podem ser difíceis e caros para adquirir, com mais ênfase naqueles relacionados à fase de operação e à manutenção no ciclo de vida.

Em relação às análises de custo do ciclo de vida para pontes, algumas considerações especiais sobre a precisão da análise devem ser elaboradas, porque o período de avaliação e observação é muito longo, fato que implica maiores riscos se observado que a inflação, a necessidade futura e o uso da ponte, bem como a deterioração, se caracterizam como efeitos a longo prazo, com difícil previsão (SAGEMO; STORCK, 2013).

5 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE PONTES

A meta deste estudo é aplicar técnicas de Avaliação da Sustentabilidade do Ciclo de Vida em superestrutura de pontes de pequenos vãos, integrando-as no processo de tomada de decisão para incluir indicadores de sustentabilidade, possibilitando ações para mitigar o fator ambiental, diminuir o consumo de recursos e minimizar os custos em seu ciclo de vida.

O estudo apresenta modelos de projetos de superestruturas de pontes com melhor eficiência do ponto de vista da sustentabilidade. O foco principal é fornecer conhecimentos atualizados aos projetistas, identificar os obstáculos associados e esclarecer as principais questões operacionais, estabelecendo uma estrutura holística e aplicando cenários para explorar a viabilidade de combinar avaliação ambiental com o custo do ciclo de vida das pontes.

As pontes analisadas são pontes de pequenos vãos em uso nos diversos estados brasileiros e internacionais. Os tipos avaliados são: pontes mistas aço/concreto; pontes de concreto armado moldadas *in loco*; pontes pré-moldadas em concreto armado e protendido. A intenção é que o resultado do estudo quantifique os impactos ambientais e custos através da avaliação ambiental do ciclo de vida (ACV) e avaliação do custo no ciclo de vida (ACC) propondo indicadores de sustentabilidade para a construção de pontes. Nessa fase, busca-se, entre as pontes selecionadas, aquelas que apresentam os melhores indicadores de desempenho do ponto de vista da sustentabilidade (ACV e ACC) ao longo do seu ciclo de vida.

5.1 IDENTIFICAÇÃO E PROPOSTA DE MODELOS DE PROJETOS DE PONTES DE PEQUENOS VÃOS PARA ACV E ACC

Esta seção apresenta modelos de projetos de pontes de pequenos vãos que são usualmente utilizados em rodovias rurais e vicinais: pontes mistas aço/concreto; pontes de concreto armado moldadas *in loco*; pontes pré-moldadas em concreto armado e protendido.

Com base em inspeção visual de diversas pontes localizadas no município de Pato Branco, Paraná (MILANI, 2010), foi realizada a pesquisa de tipologia de pontes, com busca de informações em editais de licitação de Prefeituras Municipais, banco de dados dos órgãos governamentais, tais como o Departamento de Estradas e Rodagem e o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem e Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.

Também na elaboração de tipologia de pontes, foi realizada pesquisa em diversas indústrias de pré-fabricados que produzem pontes, localizadas no âmbito da região Sudoeste do estado do Paraná, e buscadas em bancos de dados internacionais por meio de pesquisa exploratória e bibliográfica, tendo como fontes de consulta manuais, livros, artigos, produções acadêmicas e publicações pertinentes.

Com a realização de todas essas pesquisas, foram identificadas 41 tipologias de pontes e pré-selecionados 27 modelos, e foram pré-dimensionadas com vãos de metro em metro, iniciando em 6 metros até 20 metros, totalizando 405 pontes.

Para comparação de produtos e processos – no caso as pontes de pequenos vãos –, a tipologia da ponte deve desempenhar a mesma função, ou seja, adotar padrões de mesma equivalência e que atenda aos mesmos objetivos. Para isso, os 27 modelos de pontes escolhidas foram, com auxílio de profissionais calculistas, desenhados e pré-dimensionados com os mesmos critérios de projeto.

No que refere à caracterização da escolha dos critérios de projetos, apresenta-se:

Capacidade de carga: tendo em vista o aumento considerável de acidentes devido ao colapso das pontes e das cargas que trafegam nas estradas rurais, as pontes, neste trabalho, foram pré-dimensionadas para a capacidade de carga da classe 45, e a base do sistema é um veículo-tipo de 450 KN de peso total (conforme norma ABNT NBR 7188).

Registro visual de ocorrência em ponte (Figura 5);



Figura 5 - Registro de acidente em pontilhão com caminhão carregado de cola
Fonte: Pereira (2016)

Largura e número de faixas: a largura das pontes geralmente não atende às dimensões das máquinas agrícolas, uma vez que as rodas ultrapassam o rodeiro, conforme catálogos dos fabricantes algumas máquinas chegam a 5,40 metros de largura. Além disso, foi

possível notar na entrevista feita em revendedora de máquinas agrícolas, a influência na compra dos tipos de maquinários agrícolas, devido à restrição de largura e à qualidade das estradas e das pontes.

As estradas rurais com pavimentação têm uma secção transversal de 6 metros, conforme programa destacado por Dias Junior e Palaro (2014, p.40), que recomendam seguir determinações legais municipais para a construção de estradas rurais pavimentadas, mínima de 6 metros.

As faixas escolhidas são de pista simples bidirecionais, tendo duas faixas de tráfego com largura igual a 3 metros cada faixa, considerando o volume médio diário de $50 < \text{VMD} < 200$ veículos por dia (BRASIL, 1996, p. 24).

A Figura 6 mostra um exemplo de pista simples em estrutura de pontes.



Figura 6 - Registro visual sobre um equipamento urbano de pista simples
Fonte: MOV00642 (2014)

Comprimento: no Brasil, o município de Pato Branco, Paraná, possui 90% das pontes com vãos menores que 20 m de comprimento, sendo esse o critério de escolha do vão máximo para análise.

Vigas: as vigas selecionadas são do tipo metálico em perfis “I” laminadas e eletro soldadas; além de vigas pré-moldadas em concreto armado e protendidas e vigas moldadas *in loco*.

Lajes: as lajes adotadas foram em concreto, pré-moldadas e moldadas *in loco*, com espessura de 20cm e taxa de armadura variável em função das quantidades de vigas de cada ponte.


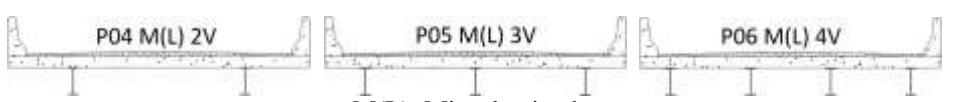

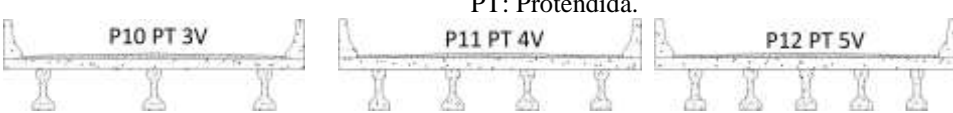
Barreira de proteção: a defesa busca melhorar segurança dos usuários e foi adotada para mitigar os danos ocorridos nos acidentes. O modelo adotado é o new jersey e seguiu as instruções contidas na norma DNIT 109/2009 – PRO.

Pavimentação asfáltica: a principal motivação para a consideração de pavimentação asfáltica é devido aos programas de incentivo à utilização cada vez mais frequente nas estradas do interior dos municípios do Brasil e do exterior. Um exemplo é o Programa de Pavimentação de Estradas Rurais e Municipais “Caminhos do campo”, executado em vários estados brasileiros.

Drenagem: os sistemas de drenagem têm por objetivo remover rapidamente as águas pluviais do estrado, evitando acidentes de tráfego e as danosas consequências da permanência de águas no pavimento, que se tornam poluídas, e seguem as conformidades do manual do DNIT (2004, p. 122).

O pré-dimensionamento seguiu os mesmos critérios de cálculo para todas as pontes, e adotou-se principalmente as orientações contidas na NBR 7187 - Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido e os procedimentos da *AASHTO LRFD 2014 - Bridge Design Specifications*. Os softwares utilizados foram o CSIBridge, Eberick e Cypacad.

A Figura 7 mostra as tipologias de pontes selecionadas e propostas para este trabalho.

MISTA	<p>M(S): Mista soldada</p>   <p>M(L): Mista laminada.</p>
IN LOCO	<p>VL: In Loco.</p> 
PROTENDIDA	<p>PT: Protendida.</p> 

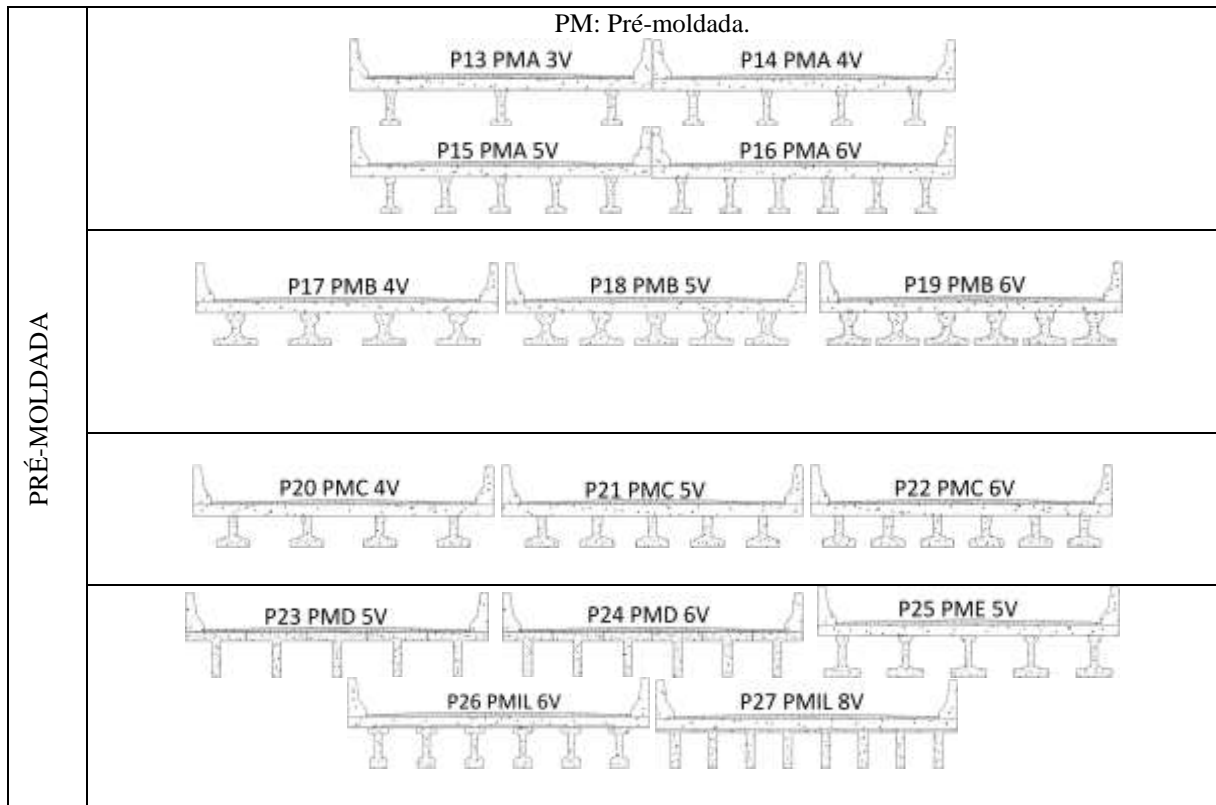
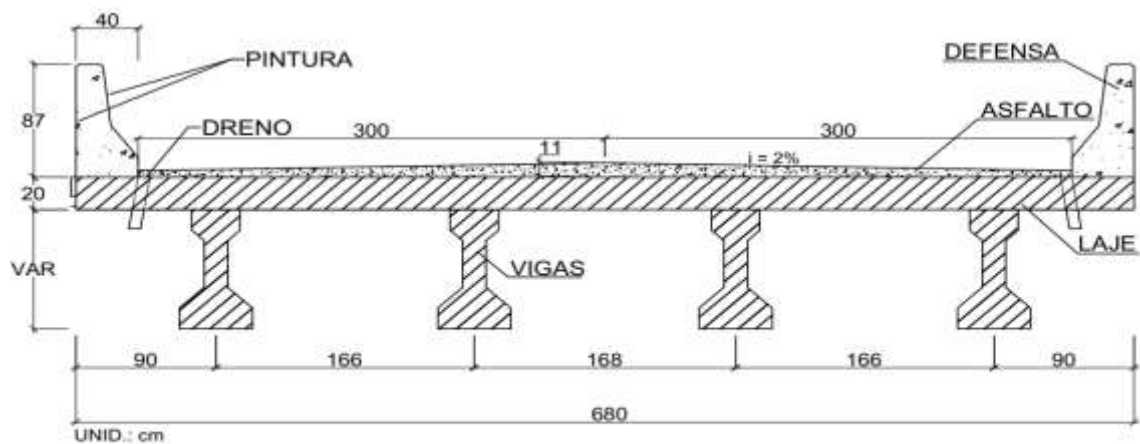


Figura 7 - Quantidade de pontes avaliadas: 27 tipologias, totalizando 405 pontes de 6 a 20 metros

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

O modelo de projeto padrão proposto para avaliação ambiental e econômica no ciclo de vida seguiu as mesmas configurações de dimensões para todas as pontes, com exceção das vigas e da taxa de armadura das lajes. Na Figura 8, é mostrado o modelo padrão da ponte AASHTO, de quatro vigas.



Ponte AASHTO I Beams - 4 vigas

Viga pré fabricada / Laje pré fabricada

Figura 8 - Modelo da ponte AASHTO

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

5.2 TÉCNICA DE AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV) EM PONTES

Esta seção dedica-se ao objetivo de apresentar a metodologia para a aplicação da técnica de Avaliação do Ciclo de Vida nas pontes, tendo como base as NBRs 14040 e 14044 e as orientações do ILCD, com a utilização da base de dados Ecoinvent 3.5 de agosto de 2018, o método de alcance global ReCiPe 2016 V1.1 que é um método harmonizado de avaliação do impacto do ciclo de vida no nível do ponto intermediário e do ponto final e o software SimaPro versão 9.0.0.32.

Nesta primeira etapa do estudo, são aplicadas as técnicas de Avaliação do Ciclo de Vida com uso das normas NBR ISO 14.040 e NBR ISSO 14.044 e com orientações do ILCD nas estruturas de pontes de pequenos vãos. A metodologia do ILCD é uma metodologia consistente, definida pelo Programa Brasileiro de Avaliação de Ciclo de Vida (PBACV) como metodologia padrão para estudos de ACV no Brasil.

Inicialmente, é definido o objetivo do estudo de ACV e são seguidos os aspectos de definição: declaração da aplicação pretendida dos resultados da ACV de uma maneira precisa e inequívoca; limitações do estudo, apresentando limites do sistema, dados assumidos e limitações metodológicas; razões para a realização do estudo de ACV; identificação do público-alvo do estudo; declaração se o estudo de ACV inclui uma afirmação comparativa a ser divulgada ao público; para quem se pretende comunicar os resultados do estudo; atores envolvidos; identificação de quem encomendou o estudo de ICV/ACV (IBICT, 2014a, p. 59-63).

Em seguida, são definidos o escopo, a elaboração e a análise de inventário e a avaliação de impactos. Todas as etapas são analisadas e interpretadas, tendo como objeto de estudo de pontes mistas aço/concreto; pontes de concreto armado moldadas *in loco*; pontes pré-moldadas em concreto armado e pretendido em uso nos diversos estados brasileiros e internacionais. Na definição:

- a definição de objetivo e escopo define os objetivos, o sistema do produto e o resultado esperado do estudo;

- a análise de inventário quantifica todas as emissões relacionadas ao sistema do produto com base na unidade funcional do produto;

- a avaliação de impacto transforma o resultado do inventário nas categorias de impacto ambiental.

5.2.1 Definição de objetivo

O objetivo da avaliação do ciclo de vida é identificar e avaliar os possíveis impactos ambientais de produtos ou processos empregados na produção de pontes de pequenos vãos, com diferentes tipologias e materiais com foco na sustentabilidade.

5.2.1.1 Aplicações pretendidas

A aplicação pretendida é identificar e quantificar os potenciais impactos ambientais, para proporcionar melhorias nos processos aplicados nas superestruturas de pontes de pequenos vãos. Além disso, propõe-se a sugerir indicadores de sustentabilidade para a formulação de especificações de projetos e sugerir parâmetros para contratações das construções de pontes. Colaborar com a formação de banco de dados sobre impactos ambientais de materiais e sistemas construtivos aplicados nas pontes. Contribuir com medidas para mitigar os danos ambientais causados por esse tipo de obra em seu ciclo de vida.

5.2.1.2 Limitações do estudo

Limites do sistema: os limites do sistema serão da extração e produção de materiais, passando pela construção, pela fase de uso e pelo fim de vida. A abordagem é conhecida como “do berço ao túmulo” (*Cradle-to-Grave*).

Dados assumidos: utilização de dados primários e secundários.

Limitações metodológicas: foram adotadas as metodologias recomendadas pelas normas NBR ISO 14.040 e NBR ISSO 14.044 e as etapas propostas no manual do ILCD. Os impactos considerados serão os propostos pela metodologia de alcance global ReCiPe, com a utilização da base de dados da Ecoinvent, e processados no software SimaPro.

5.2.1.3 Razões do estudo

Dentre as razões para a realização do estudo, relaciona-se a proposta de estudar a metodologia de aplicação da ferramenta ACV, cooperar com a geração de banco de dados, recomendar melhorias nos processos de construção de pontes e propor indicadores de sustentabilidade para as especificações de projetos.

As proposições deste Capítulo 5 estão relacionadas aos textos do Capítulo 3 desta tese, considerando-se a sustentabilidade e tendo por base a ACV como uma ferramenta para avaliação de pontes.

5.2.1.4 Público-alvo do estudo

O público-alvo do estudo são a academia, projetistas e construtores de pontes, indústria de produção de materiais e administração pública.

5.2.1.5 Intenção de comparação pública

O estudo pretende comparar diversas tipologias, materiais e sistemas construtivos aplicados na construção das pontes. Visa aplicar o ACV conforme as indicações apresentadas nesta tese.

5.2.1.6 Divulgação do estudo

Pública

5.2.1.7 Comissário e atores envolvidos

Academia, técnicas de ACV, empreendedores, projetistas e administração pública.

5.2.1.8 Identificação de quem encomendou o estudo de ICV/ACV

O estudo foi proposto pela academia em forma de tese de doutorado.

5.2.2 Definição do escopo

A fase da demarcação do escopo coliga e determina em pormenores o objeto a ser avaliado, em conexão com a fase de definição do objetivo. Define também sobre a metodologia, a qualidade a ser obtida, o relatório e a revisão com base na motivação para a

realização do estudo, bem como no contexto decisório, nas aplicações previstas e nos destinatários dos resultados.

5.2.2.1 Função, unidade funcional e fluxo de referência

A função determina a serventia do produto ou sistema. Para este estudo, definem-se as pontes de pequenos vãos como equipamentos públicos que servem para permitir a passagem de veículos e pessoas de um ponto a outro através da transposição de obstáculos. Propriamente, denomina-se *ponte* quando o obstáculo transposto é um rio.

Primeiro, este item destaca o papel da função que é o objetivo do produto selecionado para ser o objeto do estudo de ACV, que determina as características de desempenho do produto ou sistema. Destacando que, no caso de uma declaração comparativa, a declaração ambiental relativa à superioridade ou à equivalência de um produto em relação a um produto concorrente deve desempenhar a mesma função. Nesta pesquisa, pontes de pequeno vão foram definidas como instalações que permitem que veículos e pessoas passem de um ponto a outro, transportando-os para além dos obstáculos. Para a análise, a função foi adotada com base nas pontes com o mesmo volume de tráfego, bem como a mesma capacidade de carga, número de faixas, vida útil e obstáculos a serem superados.

Com isso, foram considerados os seguintes parâmetros: volume de tráfego para classe de projeto IV do manual de obras de arte do DNIT o Volume Médio Diário de $50 < \text{VMD} < 200$ veículos. Cumpre ressaltar que os volumes de tráfego que delimitam algumas das classes de projeto são apenas indicativos de ordem de grandeza, não se justificando precisões absolutas, especialmente tratando-se de projeções de tráfego. Para a capacidade de carga, foi considerada a classe 45 da ABNT NBR 7188 e as pistas de rolamento foram consideradas como bidirecionais, ou seja, 2 faixas com 3 metros cada. Quanto à vida útil, considerou-se 100 anos, e quanto aos vãos, de 6 a 20 metros de comprimento.

A unidade funcional fornece a referência para a qual todos os outros dados nos sistemas do produto são normalizados. Para definir a unidade funcional de um sistema de produto, é necessário começar com uma descrição quantificada dos requisitos de desempenho que o sistema do produto cumpre. Essa descrição quantificada é chamada de “unidade funcional” do sistema de produto.

Deve-se enfatizar que três aspectos devem ser considerados na definição da unidade funcional (LINDFORS; LAURILA; HONGISTO, 1995): eficiência do produto, durabilidade

do produto e padrão de qualidade de desempenho. Jensen *et al.* (1997) enfatizam que uma unidade funcional fornece a base para uma ACV, porque essa unidade funcional define a escala para comparar dois ou mais produtos, incluindo sua melhoria.

Para o estudo proposto, a unidade funcional foi considerada em 1 m² e é definida como a área de projeção da superfície das pontes, tendo como base os projetos adotados neste trabalho.

Para a determinação do fluxo de referência do ciclo de vida das pontes, são identificados os produtos e processos que contribuem dentro da fronteira do sistema para a implementação de estruturas dessa natureza. Essas fases estão descritas nos itens a seguir. Isso deve permitir a comparação entre diferentes pontes, que atendem a mesma função, apesar de serem construídas com materiais diferentes.

5.2.2.2 Fronteira do sistema e sistema de produto

A fronteira do sistema é a parte que é definida para ser incluída na avaliação do ciclo de vida. A abordagem final pretendida neste trabalho é a do berço ao túmulo (*Cradle-to-Grave*), que é um modelo de ACV que inclui todo o ciclo de vida do produto, ou seja, todos os estágios, desde a extração da matéria-prima até a disposição dos resíduos.

A Figura 9 exemplifica a ordem da fronteira do sistema (*Cradle-to-grave*).

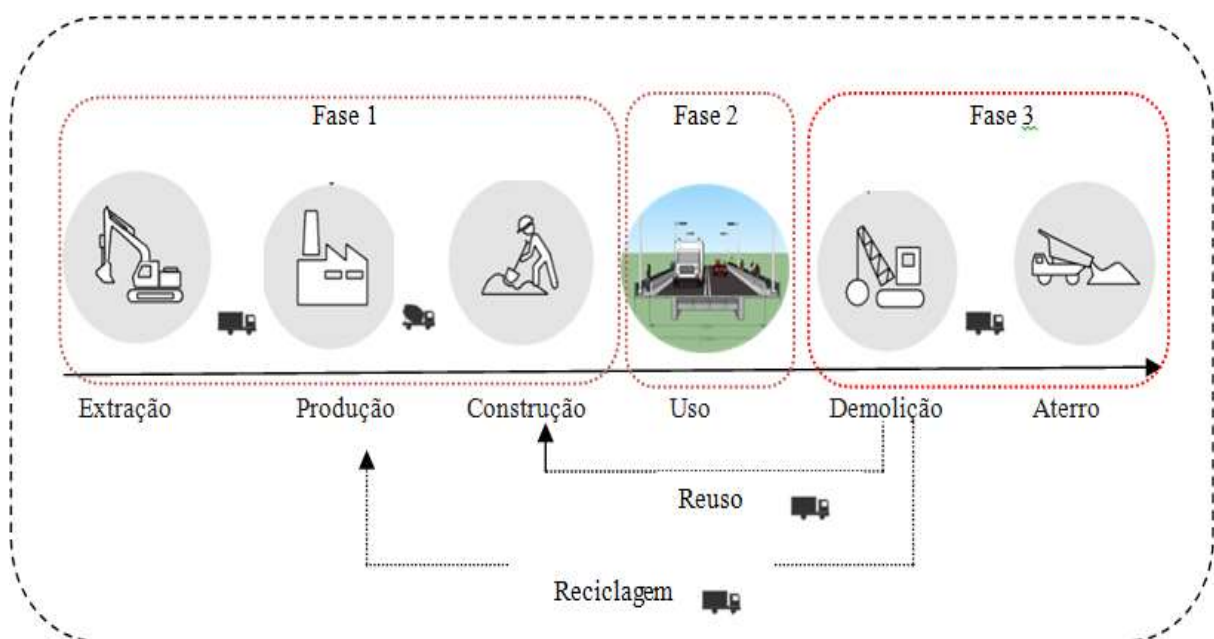


Figura 9 - Fronteira do sistema de construção de pontes
Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

O propósito da definição da fronteira do sistema é definir as atividades que constam do ciclo de vida do produto avaliado que serão incluídas no estudo, bem como facilitar a identificação de pontos críticos e propor melhorias.

Os sistemas e processos para a construção de pontes de pequenos vãos estão de acordo com cada tipo de ponte analisada. Tendo em vista a modernização dos processos de construção – que na maioria das vezes se vale de elementos pré fabricados –, para facilitar a análise do ciclo de vida, dividiu-se o processo em três fases: a primeira é constituída da extração da matéria-prima/produção de materiais e construção da ponte; a segunda fase é definida como o uso da ponte e a terceira é a fase de demolição/disposição.

O sistema de produto é identificado e selecionado conforme o conjunto de operações que constituem cada um dos estágios do ciclo de vida da ponte. Para a avaliação, os produtos e processos foram pontes mistas aço/concreto; pontes de concreto armado moldadas *in loco*; pontes de concreto protendido e pontes pré-moldadas em concreto armado. E os elementos comuns entre elas são: defesa de concreto armado, lajes moldadas *in loco* e pré-fabricadas, revestimento asfáltico, pintura e drenos.

5.2.2.3 Procedimento de alocação

Os critérios de alocação serão definidos em função de distribuição de massa, onde os impactos causados pelas entradas de insumos são divididos igualmente pela massa dos produtos produzidos (Figura 10).

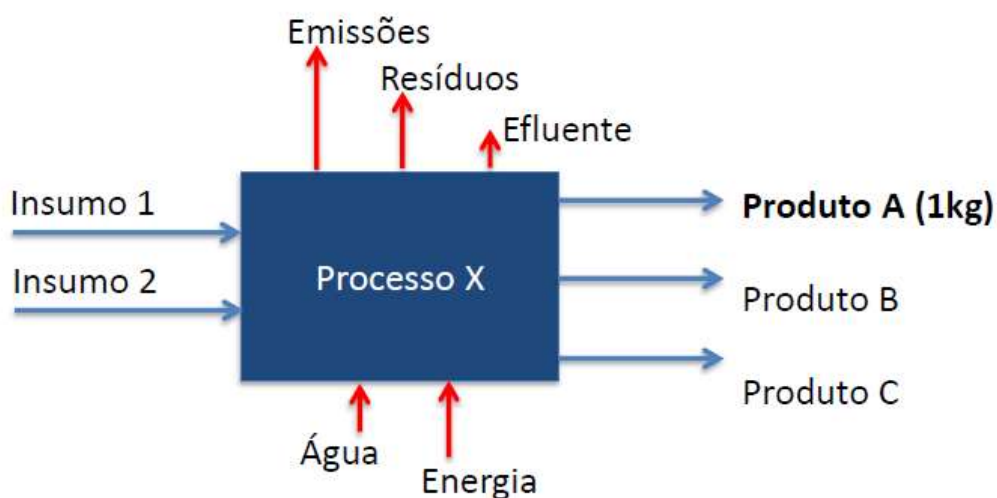


Figura 10 - Procedimento de alocação por massa
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Na Figura 11, pode ser visualizado o material (massa).



Figura 11 - Britador em Pato Branco, Paraná
Fonte: Grupo Zancanaro (2017).

No balanço de massa, toda a matéria que entra em um processo na forma de insumo deve sair na forma de produto, coproduto, resíduo, efluentes ou emissão.

5.2.2.4 Categorias de impacto ambiental

As categorias de impacto analisadas neste trabalho são as fornecidas pela metodologia de alcance global denominada ReCiPe, na perspectiva hierárquica (H), uma das mais utilizadas nos estudos de ACV. Compreende dois conjuntos de categorias de impacto associadas de fatores de caracterização: Ponto Médio (*midpoint*) e Ponto Final (*endpoint*).

Na caracterização do nível intermediário (Ponto médio), são abordadas as 18 categorias de impacto: Aquecimento Global; Depleção do ozônio estratosférico; Radiação ionizante; Formação de ozônio, saúde humana; Formação de material particulado fino; Formação de ozônio, ecossistemas terrestres; Acidificação terrestre; Eutrofização de água doce; Eutrofização marinha; Ecotoxicidade terrestre; Ecotoxicidade de água doce; Ecotoxicidade marinha; Toxicidade carcinogênica humana; Toxicidade não carcinogênica humana; Uso da terra; Escassez de recursos minerais; Escassez de recursos fósseis e Consumo de água.

Para a avaliação de danos (Ponto final), foram consideradas as três categorias: Saúde humana; Ecossistemas e Escassez de recursos.

5.2.2.5 Requisitos de dados

Os dados adotados neste estudo foram coletados através de tabelas de composições dos insumos das planilhas fornecidas pelo governo federal e estaduais, tais como o Sinapi, DNIT e SEIL-PR. Também foram calculados com o uso de projetos executivos, catálogos de fabricantes de máquinas, equipamentos e produtos, dados estimados por especialistas e oriundos de literatura. Foi usada a base de dados da Ecoinvent e outros dados disponíveis no software SimaPro. As medições *in loco* não são normatizadas, sendo que, para a validade dos dados de representatividade do tempo, segundo a Ecoinvent, deve ser a média anual com o uso de dados específicos do local nesse período, portanto, não foram utilizadas neste trabalho.

Para o método e dados assumidos, foi utilizado o software SimaPro para modelagem dos sistemas e cálculos de resultados, com a metodologia ReCiPe banco de dados de inventários da Ecoinvent.

5.2.2.6 Suposições e limitações do estudo

A definição das suposições adotadas no estudo ficaram atreladas aos dados encontrados em relação à realidade constatada nas fases do trabalho, de tecnologias diferentes utilizadas em processos de produção de mesmo item, identificação da atualidade dos dados, entre outros. As limitações se deram principalmente na validação dos dados coletados em função de não ter periodicidade anual e também em relação aos custos e tempo para coletar dados reais.

5.2.3 Análise do inventário

O inventário consiste na coleta dos dados que representam os fluxos de massa e energia que entram e que saem das diversas etapas do ciclo de vida do produto, dentro das fronteiras estabelecidas na fase anterior. Nessa fase, será verificada a descrição do sistema principal de cada ponte e correlacionados os dados adquiridos com a unidade funcional. Essa fase refere-se à coleta de dados e ao estabelecimento dos procedimentos de cálculo, quantificando-se todas as interações entre o meio ambiente e o sistema do ciclo de vida do produto, para que se possa facilitar o agrupamento desses dados em categorias ambientais de modo semelhante a um balanço contábil.

Considera-se, nessa fase, que tudo que entra deve ser igual ao que sai do sistema em estudo, em termos de energia ou massa, desde a extração das matérias-primas até o descarte final do produto. Na etapa de coleta de dados para o inventário do ciclo de vida, as quantidades referentes aos fluxos de entrada e saída dos processos foram especificadas. A lacuna referente aos dados não encontrados foram solucionadas com o uso de dados similares, genéricos ou fornecidos por especialistas.

Os procedimentos aos quais são submetidos os dados visando à consolidação do Inventário do Ciclo de Vida incluem: alocação e correlação de dados à unidade funcional de 1,0 m² de área da superfície da ponte.

O processo elementar é o menor elemento individualizado que compõe o sistema de produto e sobre o qual os dados são coletados (IBICT, 2014b). A análise de inventário e a obtenção de dados segue um esquema padrão, conforme mostrado na Figura 12.

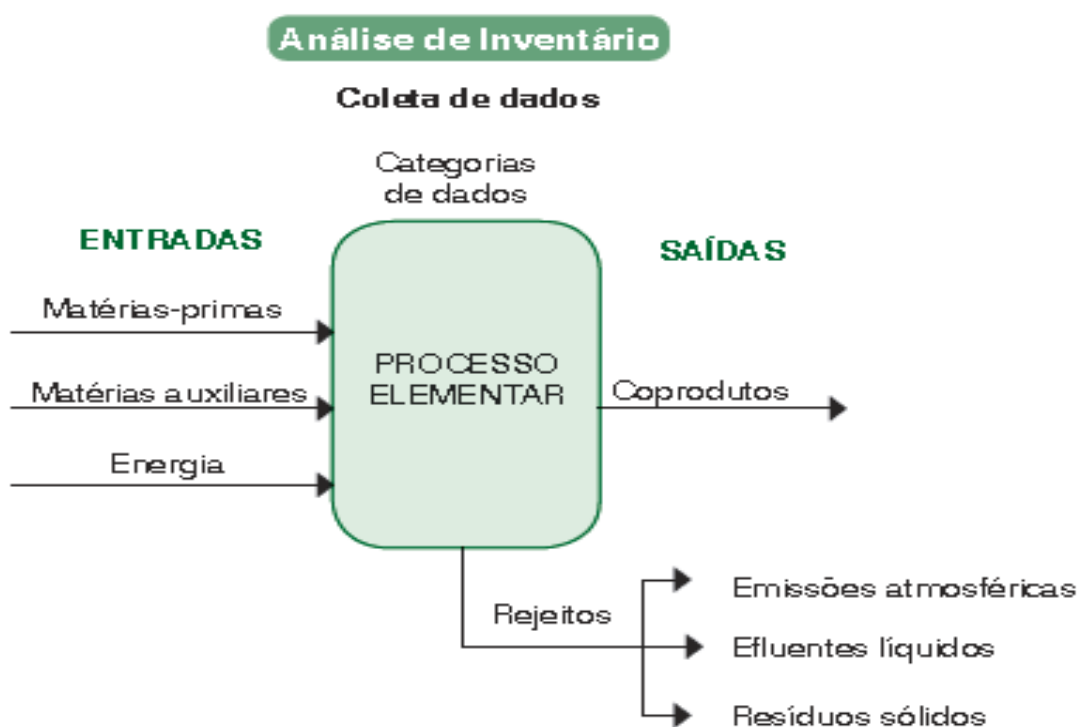


Figura 12 - Análise de inventário e coleta de dados
Fonte: IBICT (2014b, p. 28).

5.2.3.1 Modelagem do ciclo de vida

Os produtos e processos analisados são os mais utilizados na construção de pontes, tais como: extração e produção de agregados (areia natural e brita); produção do cimento;

produção de concreto na central dosadora; produção do aço: vergalhões, formas metálicas, vigas tipo “I”, chapas e conectores; extração e beneficiamento de madeira para a produção de formas; produção da viga pré-moldada em concreto armado e protendido; construção da ponte; transportes; fase de uso (manutenção); fim de vida (demolição e descarte).

Os procedimentos utilizados neste trabalho tiveram como base os processos contidos nos bancos de dados da Ecoinvent e modelados no software SimaPro utilizando da metodologia ReCiPe.

5.2.4 Avaliação do impacto

A avaliação do impacto refere-se à identificação e à avaliação em termos de impactos potenciais ao meio ambiente que podem ser associados aos dados obtidos no inventário. Essa etapa relaciona o inventário de aspectos ambientais aos problemas ambientais deles decorrentes.

Por exemplo: categoria relacionada às entradas – depleção de recursos naturais; e categoria relacionada às saídas – mudanças climáticas.

O resultado dessa fase é o perfil ambiental do produto e, nesse processo, os fluxos definidos no inventário são convertidos em impactos ambientais através da multiplicação dos valores brutos por fatores de equivalência que remetem a resultados em unidades comuns, como por exemplo, kg de CO₂ equivalentes para a categoria de aquecimento global.

Na modelagem do sistema, serão conferidas as seguintes etapas: verificação se todos os processos foram convertidos na mesma unidade de medida e se todos os processos e fluxos relevantes foram modelados. Além disso, se faz necessário conferir se os dados faltantes foram completados com dados consistentes.

Na elaboração dos cálculos dos resultados do AICV, será verificado se os fluxos elementares estão ligados a uma ou a mais categorias de impacto e os quantitativos dos fluxos elementares serão expressados nas unidades referentes a cada categoria e apresentar os resultados por categorias de impactos. A figura 13 apresenta as relações entre as categorias de impacto do ponto médio (midpoint) e as de ponto final (endpoint).

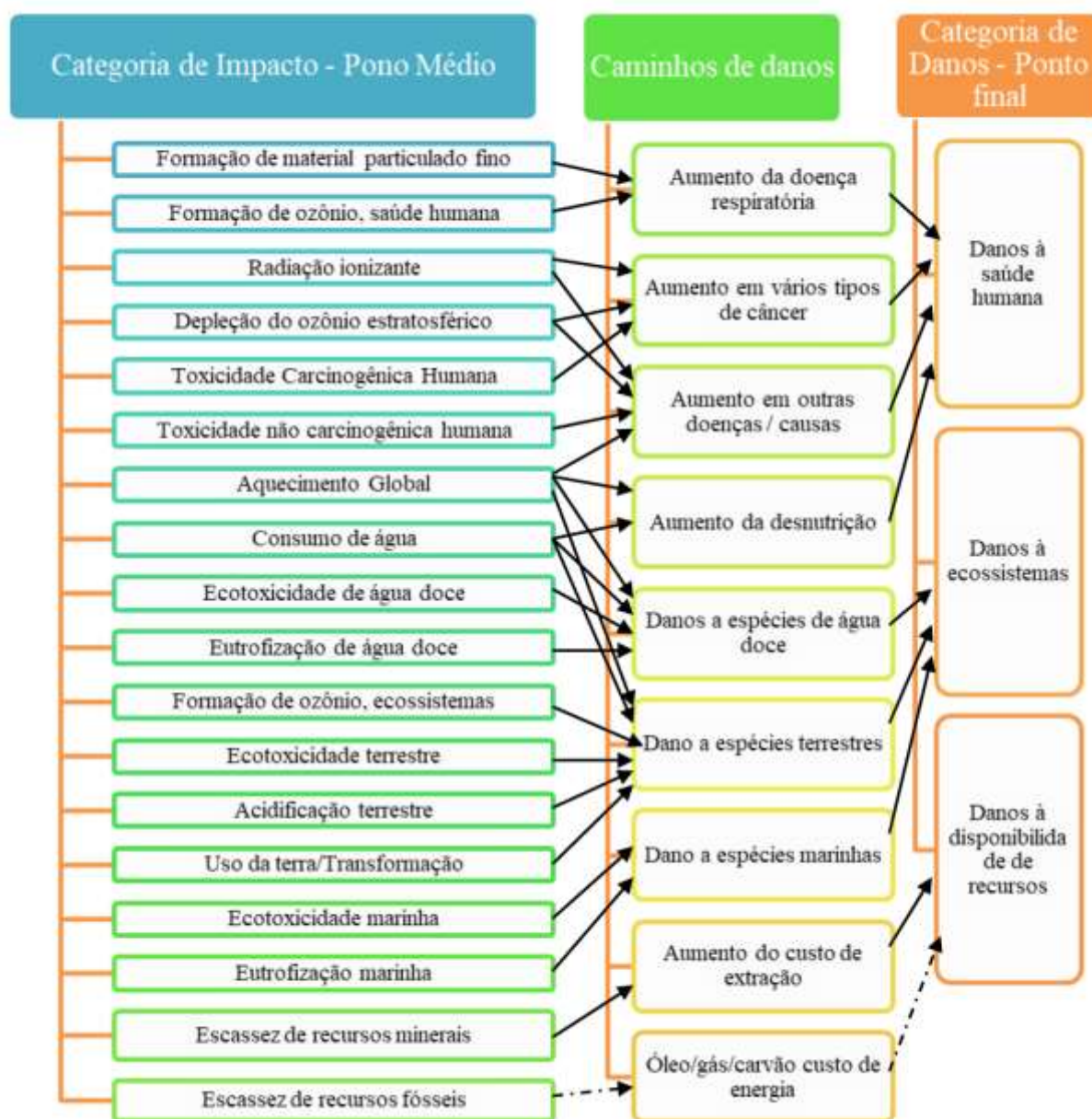


Figura 13 - Representação das relações entre as categorias de impacto do ponto médio (midpoint) e as de ponto final (endpoint). Adaptado
Fonte: Huijbregts *et al.* (2017)

5.3 METODOLOGIA PARA APLICAÇÃO DE AVALIAÇÃO DE CUSTOS NO CICLO DE VIDA (ACC)

Na elaboração dos custos do ciclo de vida ACC de um projeto de uma ponte, deve-se definir o escopo e criar uma estrutura analítica do projeto (EAP). Neste caso, foram adotados os mesmos dados da ACV, conforme representado no item 5.2 desta tese. O Guia PMBOK (2017, p. 235) explica o planejamento para a gestão de custos de um projeto como “O processo de definir como os custos do projeto serão estimados, orçados, gerenciados,

monitorados e controlados”. Com esse processo, os gestores obterão orientação e instruções acerca da forma de gerenciamento dos custos durante todo o projeto, com realização única ou em pontos predefinidos do projeto.

Nesta seção, o objetivo é informar o modo de aplicação das técnicas de avaliação de custos no ciclo de vida (ACC) de pontes, de acordo com as fases pré-estabelecidas no objetivo do trabalho, assim: fase 1 - Extração/produção e construção, fase 2 - Uso e fase 3 - Fim de vida. A fase de ACC para a construção de pontes é mostrada na Figura 14.

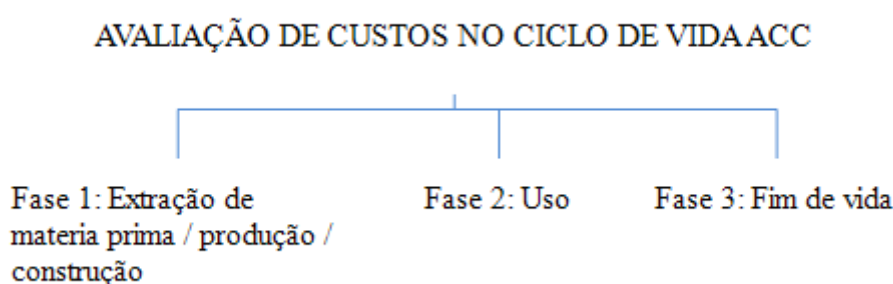


Figura 14 - Fase de ACC para construção de pontes
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Nesta etapa, para poder relacionar as comparações ambientais e econômicas, adota-se todos os critérios considerados no Inventário do Ciclo de Vida (IACV), onde os produtos e processos devem ser adotados para as duas avaliações, a ACV e a ACC.

Para a realização do estudo de ACC, a definição dos custos segue orientações que são ditadas por instituições estatais. Todas as informações sobre orientação de custos do DNIT, DER-PR, Sinapi e SEIL podem ser encontradas nas páginas webs das instituições, disponíveis para consulta pública.

As etapas do trabalho envolvem a integração dos projetos, os estudos das especificações e memoriais, a conciliação dos projetos com as especificações, o levantamento de quantitativos, a elaboração de planilhas orçamentárias, a coleta de preços, a escolha das composições de custos e, por fim, o orçamento propriamente dito.

Na realização das etapas de trabalho, a determinação do orçamento no gerenciamento de custos de um projeto refere-se ao processo que adiciona aos custos estimados de atividades individuais e de pacotes de trabalho, com o objetivo de estabelecer uma linha de base dos custos autorizada. Com realização única ou em pontos selecionados do projeto “O principal benefício deste processo é a determinação da linha de base dos custos para o monitoramento e controle do desempenho do projeto” (GUIA PMBOK, 2017, p. 570).

A Norma Brasileira NBR 12.721:2007 define que “Orçamento é um documento onde se registram as operações de cálculo de custo da construção, somando todas as despesas correspondentes à execução de todos os serviços previstos nas especificações técnicas e constantes da discriminação orçamentária” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007, p. 14).


Para a elaboração da lista dos serviços a serem realizados, inicialmente, com o projeto, especificações, memorial descritivo e/ou os termos de referência nas mãos, faz-se a relação de todos os serviços envolvidos. Procede-se, em seguida, ao levantamento de todos os quantitativos dos serviços relacionados com as respectivas unidades. Para o cálculo dos preços unitários em cada um dos serviços, colocam-se os respectivos custos unitários obtidos pela Composição dos Custos Unitários. Com a multiplicação dos quantitativos pelos custos unitários, obtém-se o custo de cada um dos serviços (TISAKA, 2006).

Na Figura 15, apresenta-se um exemplo adotado para a composição de custo unitário para a produção de concreto 35 MPa (DNIT, 2019).

CGCIT		DNIT					
SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO				Paraná		Produção da equipe: 33,20000 m³	
Custo Unitário de Referência				Janeiro/2019		Valores em reais (R\$)	
1116265 Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais							
A - EQUIPAMENTOS		Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
			Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9584	Carregadeira de pneus com capacidade de 1,33 m³ - 106 kW	1,00000	0,95	0,00	130,8726	50,0736	127,0827
E9590	Central de concreto com capacidade de 40 m³/h - dosadora fixa	1,00000	1,00	0,00	66,5240	54,6661	66,5240
E3763	Grupo gerador - 36/40 KVA	1,00000	1,00	0,00	19,6509	2,8055	19,6509
					Custo horário total de equipamentos		213,3026
B - MÃO DE OBRA		Quantidade	Unidade	Custo Horário		Custo Horário Total	
P9624	Servente	1,00000	h	19,6994		19,6994	
					Custo horário total de mão de obra		19,6994
					Custo horário total de execução		233,0020
					Custo unitário de execução		7,0181
					Custo do FIC		-
					Custo do FIT		-
C - MATERIAL		Quantidade	Unidade	Preço Unitário		Custo Unitário	
M0030	Aditivo plastificante e retardador tipo Plastiment ou similar	1,70355	kg	4,7762		8,1389	
M0062	Areia média lavada	0,68068	m³	69,2032		40,1849	
M0191	Brita 1	0,68813	m³	56,1861		38,6633	
M1954	Cimento Portland CP II - 32 a granel	425,83815	kg	0,3042		129,5400	
					Custo unitário total de material		216,5271
D - ATIVIDADES AUXILIARES		Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário	
					Custo total de atividades auxiliares		
					Subtotal		223,5462
E - TEMPO FIXO		Código	Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário
M0030	Aditivo plastificante e retardador tipo Plastiment ou similar - Caminhão carroceria 15 l	5914650	0,00170	t	23,6000		0,0406
M0062	Areia média lavada - Caminhão basculante 10 m³	5914647	0,87102	t	0,9900		0,8623
M0191	Brita 1 - Caminhão basculante 10 m³	5914647	1,03220	t	0,9900		1,0219
M1954	Cimento Portland CP II - 32 a granel - Caminhão silo 30 m³	5914363	0,42584	t	6,7600		3,7304
					Custo unitário total de tempo fixo		5,6552
F - MOMENTO DE TRANSPORTE		Quantidade	Unidade	DNIT			Custo Unitário
				LN	RP	P	
M0030	Aditivo plastificante e retardador tipo Plastiment ou similar - Caminhão carroceria 15 l	0,00170	tkm	5914469	5914464	5914479	
M0062	Areia média lavada - Caminhão basculante 10 m³	0,87102	tkm	5914369	5914374	5914389	
M0191	Brita 1 - Caminhão basculante 10 m³	1,03220	tkm	5914369	5914374	5914389	
M1954	Cimento Portland CP II - 32 a granel - Caminhão silo 30 m³	0,42584	tkm	5914364	5914365	5914366	
					Custo unitário total de transporte		
					Custo unitário direto total		229,20

Figura 15 - Modelo de composição de custos unitários
Fonte: Adaptado de DNIT (2019)

No Quadro 3, apresenta-se um exemplo adotado para a composição de custo unitário para a demolição de pavimentação.

 COMPOSIÇÕES DE SERVIÇOS DE EDIFICAÇÕES - COM DESONERAÇÃO Resolução Conjunta SEIL/PRED 002/2017 ref.: DEZEMBRO 2016 - vigência: FEVEREIRO 2017								
TIPO ITEM	CÓDIGOS		DESCRIÇÃO ITEM	UNIDADE MEDIDA	COEFICIENTE	CUSTO UNITÁRIO		
	INSUMOS/COMP.AUX.	SERVIÇO				MATERIAL	MÃO DE OBRA	TOTAL
PAVI		92970	DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA COM UTILIZAÇÃO DE MARTELO PERFURADOR, ESPESURA ATÉ 15 CM, EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE	M2		6,73	3,74	10,47
C	88316		SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1000000			
C	90972		COMPRESSOR DE AR REBOCAVEL, VAZÃO 250 PCM, PRESSAO DE TRABALHO 102 PS	CHP	0,1000000			
C	92966		MARTELO PERFURADOR PNEUMÁTICO MANUAL, HASTE 25 X 75 MM, 21 KG - CHP D	CHP	0,3000000			

Quadro 3 - Modelo de composição de custos unitários para demolição de pavimentação
 Fonte: Adaptado Sinapi/SEIL (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2019)

A composição de custos unitários é uma tabela que apresenta todos os insumos que entram diretamente na execução de uma unidade de serviço, com seus respectivos custos unitários e totais.

A elaboração da planilha de custos diretos deve conter os seguintes itens de serviços: *insumo* é cada um dos itens de material, de mão de obra e de equipamentos que entram na execução direta do serviço; *unidade* é a unidade de medida do insumo; *índice* é a incidência de cada insumo na execução de uma unidade do serviço; *custo unitário* é o custo de aquisição ou emprego de uma unidade do insumo; *custo total* é o custo do insumo na composição de custos unitários.

Para os equipamentos, o custo horário do transporte e a movimentação dos materiais e pessoas dentro da obra, tais como elevadores, guias, caminhões, escavadeiras, tratores, etc, podem ser de propriedade do construtor ou alugados no mercado e, geralmente, incluem o custo horário dos operadores. Revistas especializadas trazem o custo do aluguel horário dos mais diferentes equipamentos.

O custo da mão de obra é representado pelo salário dos trabalhadores que manuseiam os materiais, acrescidos dos encargos sociais e outras despesas que envolvem a participação dos trabalhadores na obra.

Os encargos sociais são os custos incidentes sobre a folha de pagamentos de salários (insumos classificados como mão de obra assalariada) e têm sua origem na Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT), na Constituição Federal de 1988, em leis específicas, e nas Convenções Coletivas de Trabalho.

Para a determinação da avaliação de custos no ciclo de vida (ACC), foi relacionada a quantidade de material, de horas de equipamento e o número de horas de pessoal gastas para a

execução de cada unidade desses serviços, multiplicados respectivamente pelo custo dos materiais, do aluguel horário dos equipamentos e pelo salário-hora dos trabalhadores, devidamente acrescidos dos encargos sociais, e bonificações e despesas indiretas (BDI).

Na avaliação do custo no ciclo de vida, assim como na avaliação ambiental do ciclo de vida, as mesmas fases e serviços do inventário foram seguidas, sendo observadas para as pontes com dimensões de vãos de 6,0 a 20,0 metros, e a largura total de 6,80 metros, sendo 2 pistas com 3,0 metros cada faixa. A análise de diferentes dimensões implicou a padronização dos dados em unidade funcional de 1,0 m².

Os serviços considerados estão relacionados com “x” para cada tipo de ponte, onde: (1) Pontes mista aço/concreto com vigas metálicas soldadas e laminadas; (2) Pontes de concreto armado moldadas *in loco*; (3) Pontes pré moldadas em concreto armado; (4) Pontes em concreto protendido.

Detalhando as fases 1, 2 e 3, uma relação entre os serviços considerados em referência aos modelos de pontes é apresentada no Quadros 4, 5 e 6.

Na fase 1, que corresponde à etapa de extração de matéria prima/produtos e construção, os itens considerados referem-se aos serviços necessários para a execução dessa fase. Os serviços adotados fazem parte de uma lista que inicia no aparelho de apoio, passando pelas etapas de construção de elementos pré-fabricados, concretagem, pavimentação asfáltica, transportes, drenos e pintura. No Quadro 4, apresenta-se o modelo de planilha de serviços adotados neste estudo.

Fase 1 - Extração/produção e construção					
Descrição dos serviços	Unid	Pontes			
		1	2	3	4
Graute $f_{gk}=30$ mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l.	m ³	x	x	x	x
Neoprene fretado	dm ²	x	x	x	x
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m ²	x	x	x	x
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100x	m ²	x	x	x	x
Escoramento com pontaletes D = 15 cm - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m ³		x		
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	x	x	x	x
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	x	x	x	x
Estrutura em chapa de aço COS_AR_COR-500, corte, solda e montagem - fornecimento e instalação	kg	x			
Stud bolt 3/4" (19mm)	kg	x			
Cordoalha CP 190 RB D = 12,7 mm - fornecimento, preparo e colocação	kg			x	
Bainha metálica diâmetro 55 mm para 8 cordoalhas D = 12,7 mm, semi-rígida, redonda, com montagem e injeção de nata de cimento	m			x	
Ancoragem ativa para 8 cordoalhas D = 12,7 mm com placa de ancoragem, bloco, cunhas tripartidas, trombeta e protensão	unid			x	

Continua.

Continuação.

Ancoragem passiva aderente para 8 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	unid			x	
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	x	x	x	x
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	x	x	x	x
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	x	x	x	x
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	x	x	x	x
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	x		x	x
Carga, descarga e manobra de laje pré-moldada de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	x		x	x
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	unid	x		x	x
Lançamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	unid	x		x	x
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	x		x	x
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	x	x	x	x
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	x	x	x	x
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	x	x	x	x
Imprimação com asfalto diluído	m²	x	x	x	x
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	x	x	x	x
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	x	x	x	x
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	x	x	x	x

Quadro 4 - Fase 1: extração de matéria-prima/produção/construção
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Na fase 2, que corresponde à etapa de uso da ponte, foram considerados os serviços de transportes para vistoria de inspeção visual, limpeza e demolição de pavimentação asfáltica e transporte até centro de triagem (aterro sanitário) e a reposição de pavimento, incluindo máquinas e equipamentos, os materiais e todos os transportes. No Quadro 5, apresenta-se modelo de planilha de serviços adotados neste estudo.

Fase 2 - Uso					
Descrição dos serviços	Unit	Pontes			
		1	2	3	4
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL)/ MANUTENÇÃO					
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	x	x	x	x
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	x	x	x	x
Limpeza de ponte	m	x	x	x	x
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	x	x	x	x
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA					
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	x	x	x	x
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	x	x	x	x
Imprimação com asfalto diluído	m²	x	x	x	x
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	x	x	x	x
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	x	x	x	x

Quadro 5 - Fase 2: Uso
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Na fase 3, que corresponde ao procedimento de fim de vida da ponte, foram considerados os serviços de demolição de pavimentação asfáltica. Concreto armado, vigas metálicas quando for o caso e seus respectivos transportes até os centros de triagem (aterro sanitário). No Quadro 6, apresentamos modelo de planilha de serviços adotados no trabalho.

Fase 3- Fim de vida					
Descrição dos serviços	Unit	Pontes			
		1	2	3	4
DEMOLIÇÃO					
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m ²	x	x	x	x
Transporte com caminhão basculante de 12m ³ - rodovia em revestimento primário	tkm	x	x	x	x
Demolição de concreto armado com martelete e corte oxiacetileno	m ³	x	x	x	x
Transporte com caminhão basculante de 12m ³ - rodovia em revestimento primário	tkm	x	x	x	x
Desmonte de estrutura de vigas metálicas	kg	x			
Transporte com caminhão basculante de 12m ³ - rodovia em revestimento primário	tkm	x			

Quadro 6 - Fase 3: fim de vida
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Foram elaborados orçamentos, com todos os custos diretos e indiretos das fases de construção de pontes, para todas as pontes analisadas e, posteriormente, criados indicadores de custos para as superestruturas de pontes de pequenos vãos.

5.4 INVENTÁRIOS PARA AVALIAÇÃO AMBIENTAL (ACV) E DE CUSTOS (ACC) NO CICLO DE VIDA DAS PONTES DE PEQUENOS VÃOS

Os fluxos no processo de fabricação da ponte foram efetuados e identificados através dos manuais, projetos, memoriais e planilhas orçamentárias que indicam os tipos e as quantidades de materiais e processos empregados. O inventário corresponde tanto à avaliação de custo quanto à avaliação ambiental; e foram consideradas as bases de dados dos órgãos nacionais DNIT, Sinap, SEIL e DER.

5.4.1 Fase 1: extração/produção e construção

Na fase 1 da avaliação do ciclo de vida, foi considerada a extração de matéria- prima, produção e construção da superestrutura da ponte.

Na Figura 16, apresenta um canteiro de obras para a construção de uma ponte pré-moldada no município de Pato Branco, demonstrando o uso de formas metálicas na produção das vigas e o içamento das vigas com guindaste.



Figura 16 - Canteiro de obras para construção de uma ponte
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

5.4.1.1 Elementos constituintes das pontes

Na elaboração do inventário do ciclo de vida das pontes, os elementos constituintes das pontes foram abordados nas seguintes partes: aparelho de apoio, vigas, lajes, pavimentação asfáltica, defesa, drenos e pintura.

A tipologia das pontes avaliadas é mostrada na Figura 17.

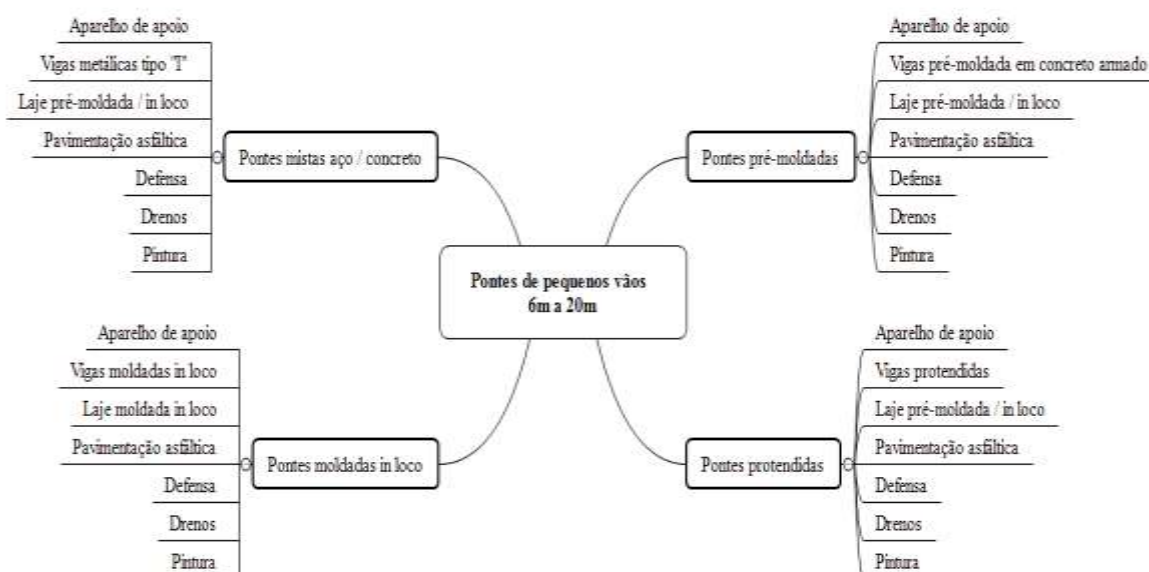


Figura 17 - Tipologias e elementos constituintes das pontes avaliadas
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

a) Aparelho de apoio

É um produto que possui uma ou mais camadas de elastômero, cobrimento e chapas de aço, podendo ser revestido com politetrafluoretileno, que colabora na vinculação de elementos estruturais (NBR 19.783, 2015). O aparelho de apoio permite a movimentação natural existente entre os elementos, tendo a capacidade de absorção dos esforços horizontais e de rotação, transferindo aos pilares todos os esforços verticais (Fig. 18).



Figura 18 - Representação das vigas sobre os aparelhos de apoio
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Para a análise do aparelho de apoio, está incluso o graute 30 MPa para a regularização da superfície dos apoios, aparelho de apoio de neoprene fretado e também o transporte (Fig. 19).

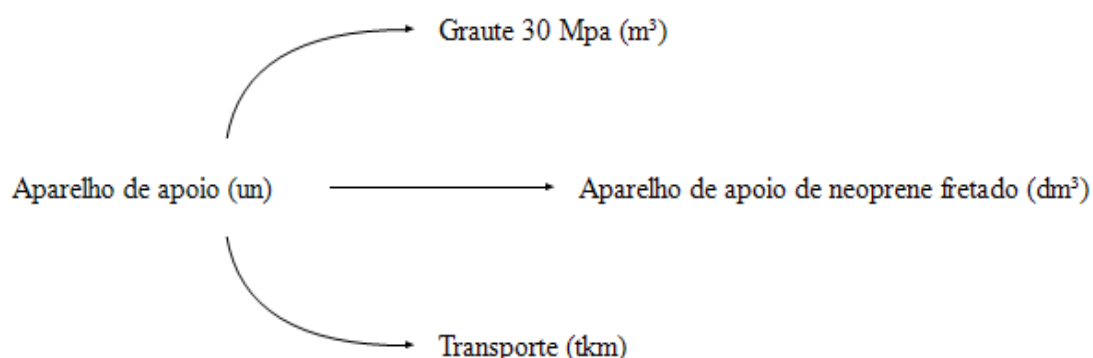


Figura 19 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de aparelhos de apoio
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

b) Vigas metálicas tipo “T”

Vigas metálicas são elementos estruturais produzidos por aço, que é formado por carbono e ferro, variando sua resistência conforme a quantidade de carbono presente na estrutura. O aço, com relação à diversidade de seus produtos, é encontrado no mercado sob diferentes formas e tipos disponíveis, conforme a necessidade de alteração que cada aplicação demandar na composição e forma. Na Figura 20, apresenta-se o processo de produção das vigas eletro soldadas na fábrica.



Figura 20 - Fábrica metalúrgica para produção de vigas metálicas
Fonte: FAM – Construções Metálicas Pesadas (2019)

Os processos incluem a infraestrutura da fábrica metalúrgica; máquinas de corte, solda, ponte rolante e equipamentos; aço em chapa para produção de vigas eletro soldadas e vigas laminadas e a eletricidade. Considera ainda o transporte das peças estruturais até a obra (Fig. 21).



Figura 21 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de vigas metálicas tipo “T”
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Referem-se a uma seção de aço laminado a quente, incluindo todos os insumos de matéria-prima, sucata de aço, energia, água e transporte. Nas vigas soldadas, inclui a soldagem MAG de aço não ligado e os transportes da haste de enchimento e do gás de proteção até o local de uso. Também, soldagem MAG de aço não ligado com 83% de ar, 13% de CO₂ e 4% de gás de proteção de O₂ e um consumo de fio de 0,0536 kg / m.

c) Vigas moldadas *in loco*

É uma estrutura de concreto armado, sendo produzida no seu local definitivo, através de formas de madeira ou metálicas, vergalhões e concreto. A Figura 22 demonstra as vigas presentes em uma ponte com vigas moldadas *in loco*.



Figura 22 - Localidade: Parque Industrial (BR 158) sobre o Rio Ligeiro – Pato Branco
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Para a produção das vigas moldadas *in loco*, são consideradas as formas de madeiras incluindo sua produção e transporte; as armaduras, incluindo a produção dos vergalhões e seu transporte, e a concretagem, contendo a produção do concreto e transporte com caminhão betoneira (Fig. 23).

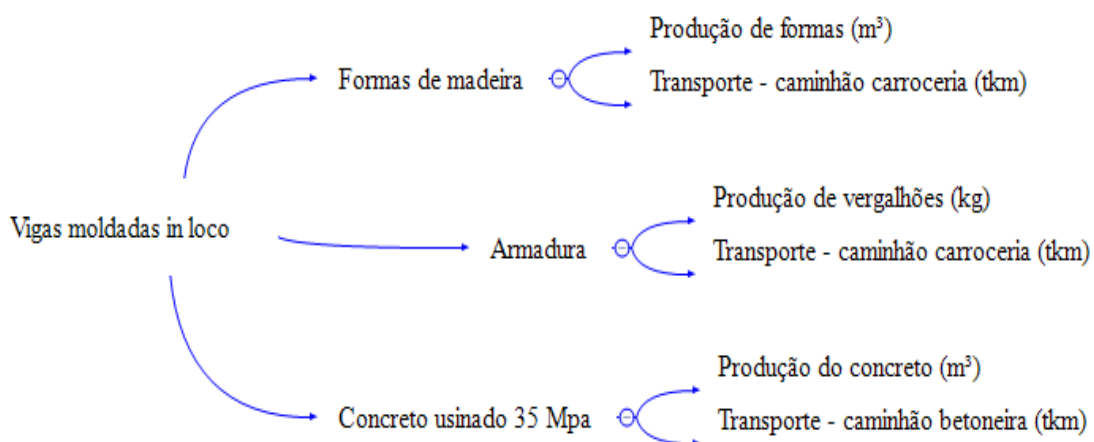


Figura 23 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de vigas moldadas *in loco*
 Fonte: Produzido pelo autor (2019)

d) Vigas protendidas

São vigas que, em sua composição, apresentam cordoalhas tensionadas, feitas através de macacos hidráulicos, que auxiliam no desempenho da estrutura, visando potencializar a tração no aço e a compressão no concreto (Fig. 24).



Figura 24 - Viga protendida para pontes
 Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Engloba a infraestrutura da fábrica de pré-moldados, formas metálicas, vergalhões, cordoalhas, produção de concreto, também o transporte e a montagem da viga com um caminhão do tipo guindaste (Fig. 25).

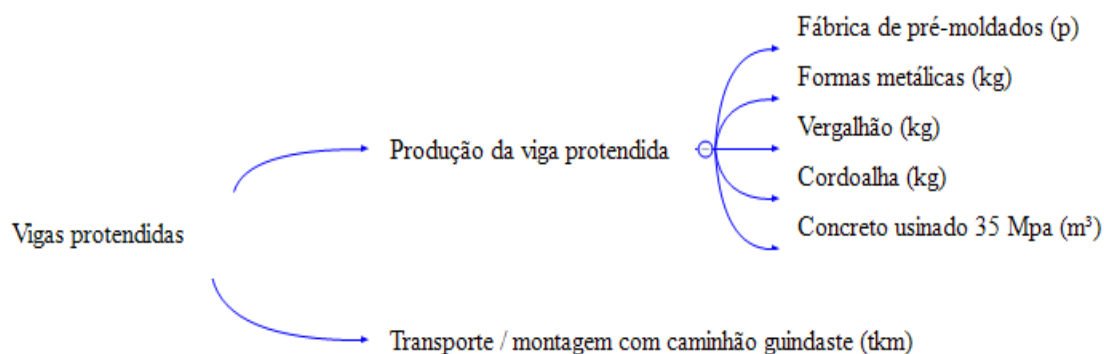


Figura 25 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de vigas protendidas
 Fonte: Produzido pelo autor (2019)

e) Vigas pré-moldadas em concreto armado

As vigas pré-moldadas são elementos estruturais produzidos em indústrias e ou canteiro de obra, com controle dos materiais empregados. Têm como característica a rapidez na sua produção, que é permitida através da repetição do processo construtivo (Fig. 26).



Figura 26 - Vigas pré-moldadas estocadas no canteiro de obras
 Fonte: Produzido pelo autor (2019)

A fabricação das vigas pré-moldadas é composta por pré-moldados, formas metálicas, vergalhão e concreto usinado 35 MPa. Também é considerado o transporte e a montagem da viga, com caminhão guindaste (Fig. 27).

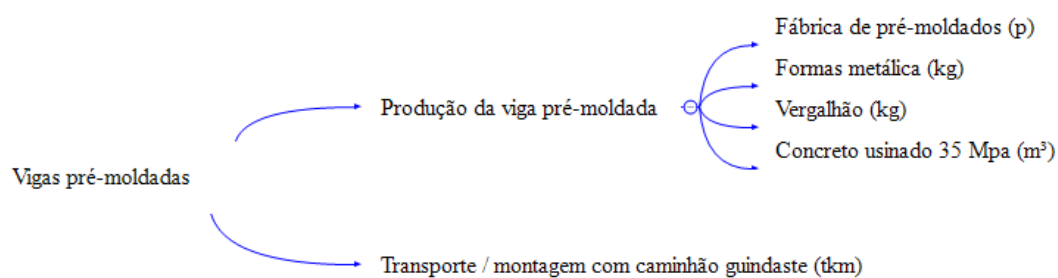


Figura 27 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de vigas pré-moldadas
 Fonte: Produzido pelo autor (2019)

f) Lajes pré-moldadas

São elementos estruturais planos, formados por elementos pré-moldados estruturais e inertes, armaduras e concreto, podendo possuir vários formatos diferentes (Fig. 28). Tem a capacidade de vencer vãos e suportar todo o carregamento previsto em projeto (ABNT NBR 14.859-1, 2002).



Figura 28 - Representação de laje pré-moldada
 Fonte: Protensul (2019)

A produção das lajes pré-moldadas é formada por pré-moldados, formas metálicas, vergalhão, concreto usinado 35 MPa e seu transporte e montagem (Fig. 29).

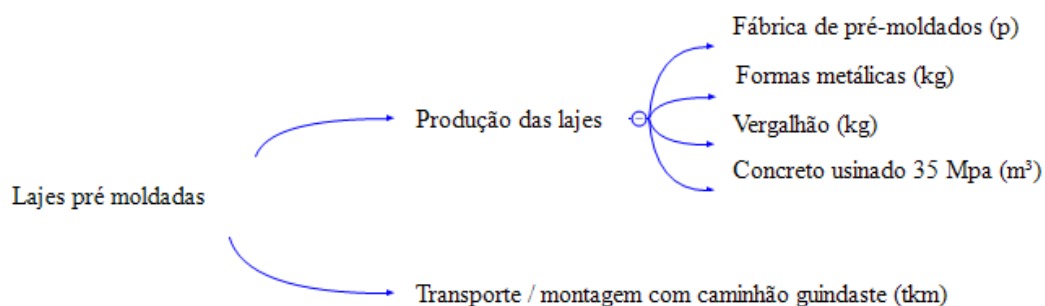


Figura 29 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de lajes pré-moldadas
 Fonte: Produzido pelo autor (2019)

g) Lajes moldadas *in loco*

As lajes maciças são elementos estruturais (NBR 6118:2014) produzidas no seu local definitivo, que atendem a todos os requisitos mínimos previstos na norma citada. As lajes moldadas *in loco* são produzidas com formas e escoramentos no local da obra, possuindo versatilidade que pode variar conforme a necessidade, cumprindo sua função de vencer o vão proposto em projeto (Fig. 30).



Figura 30 - Exemplo de uma ponte em laje moldada
 Fonte: Folha do Bico (2017)

Para as lajes moldadas *in loco*, os seguintes processos foram desenvolvidos: produção de formas de madeira; armadura e o concreto usinado 35 MPa. Também é considerado o transporte (Fig. 31).

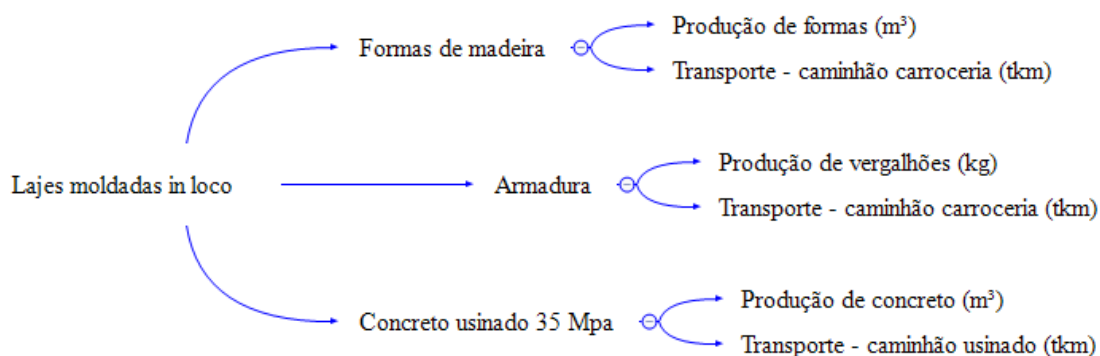


Figura 31 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de lajes moldadas in loco
 Fonte: Produzido pelo autor (2019)

h) Pavimentação asfáltica (CBUQ)

É uma mistura realizada a quente (Fig. 32), em uma usina adequada, que possui características específicas, formada por agregado devidamente graduado, material de enchimento se houver necessidade e cimento asfáltico, sendo espalhada em toda a superfície para, posteriormente, ser compactada a quente (DNIT 031/2006).



Figura 32 - Representação do asfalto sobre as pontes
 Fonte: Lopes (2016)

Para a produção do CBUQ, foram considerados a fábrica, máquinas e equipamentos e materiais que consistem em: máquina industrial pesada (misturador); correia transportadora; emulsão asfáltica; brita e areia; diesel, que inclui a parcela da “máquina de construção”; eletricidade e a pintura de ligação. Para a execução do serviço, foram considerados as máquinas e os equipamentos dos seguintes tipos: rolo compactador de pneus autopropelido de

27 t - 85 kW; rolo compactador liso autopropelido vibratório de 11 t - 97 kW; vibroacabadora de asfalto sobre esteiras - 82 kW e também o transporte do revestimento asfáltico (Fig. 33).

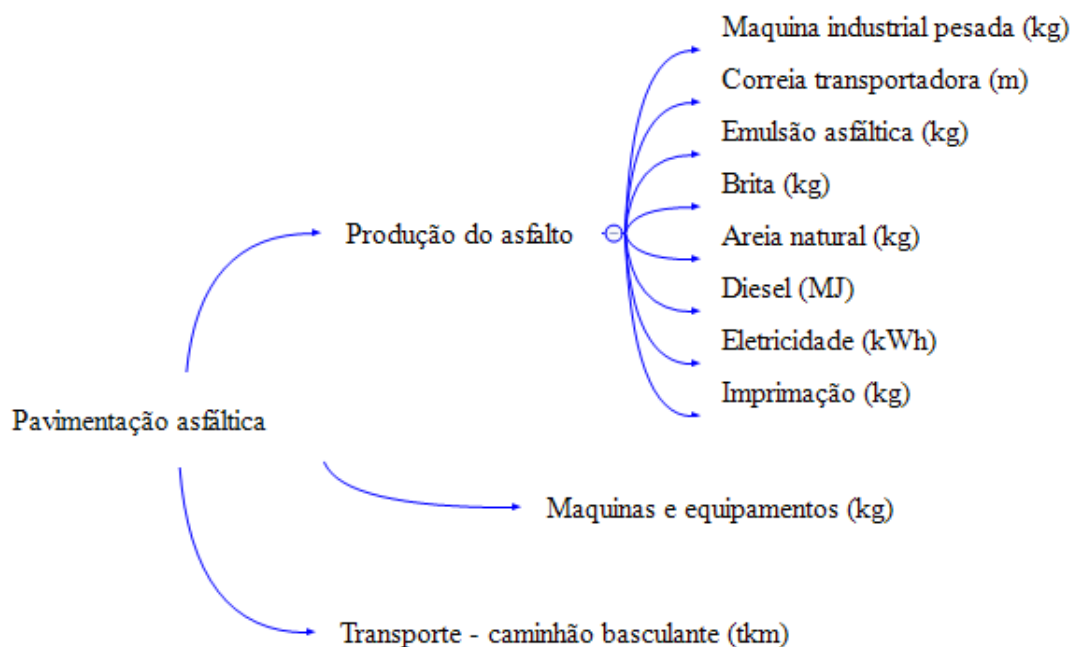


Figura 33 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de pavimentação asfáltica
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

i) Defesa: barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey)

Conforme a norma do DNIT (109/2018), a defesa tem a função de dispositivo de proteção, rígido e contínuo, capaz de que veículos desgovernados sejam levados à pista sem redução brusca de velocidade, nem perda da direção, causando menores danos aos veículos, ocupantes e à própria barreira, evitando acidentes mais graves (Fig. 34).



Figura 34 - Produção de defesa
Fonte: Construtora Saraiva Leão (2019)

Com relação à barreira, estão inclusas as formas metálicas em chapas 1/8' reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8' dispostas em grelhas de 40 x 60 cm – utilização de 100 vezes – confecção, instalação e retirada; os vergalhões; concreto usinado 35 MPa e os transportes (Fig. 35).

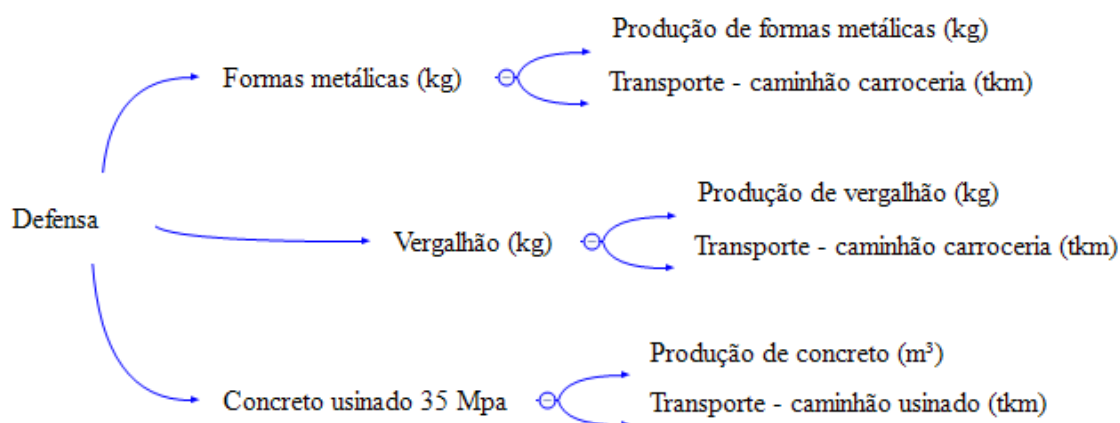


Figura 35 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção das defensas
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

j) Drenos

Os drenos são constituídos por tubos de cloreto de polivinila (PVC), que, neste trabalho, foram distanciados a cada 2 metros para meia pista (Fig. 36).



Figura 36 - Dreno em uma ponte
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Para os drenos, é considerado o fornecimento / a instalação e seu transporte até a obra (Fig. 37).

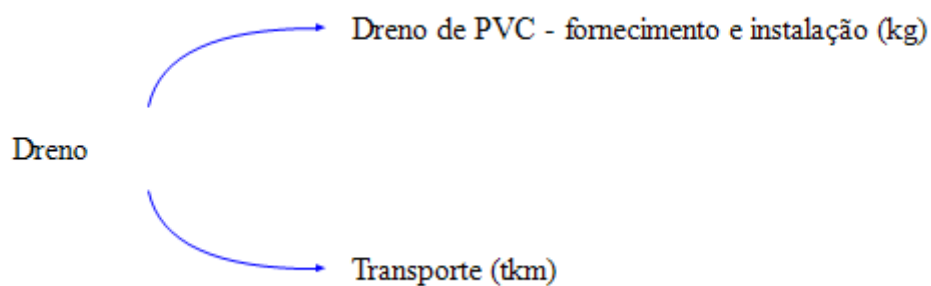


Figura 37 - Fluxograma de processos e produtos avaliados para o dreno
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

k) Pintura

De acordo com a norma ABNT 13.245 (2011), a pintura atende tanto à função protetora quanto à função decorativa. Um exemplo da pintura em ponte é mostrado na Figura 38.



Figura 38 - Pintura em uma ponte
Fonte: Ministério dos Transporte (2016, p.15)

Quanto à pintura, são avaliados a produção da tinta acrílica a base de água e o transporte (Fig. 39).

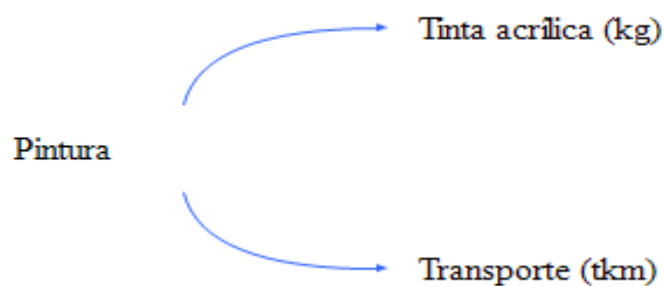


Figura 39 - Fluxograma de processos e produtos avaliados para a pintura
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

1) Produção de concreto 35 MPa em central dosadora

O concreto dosado em central, de acordo com a norma ABNT NBR 7212:2012, é um concreto dosado e misturado em um equipamento estacionário, transportado por caminhão betoneira podendo ou não ser agitado durante o processo de transporte, sendo entregue antes do início da pega do concreto.

O concreto é um produto da construção civil, composto por uma mistura de aglomerante, agregados graúdos, agregados miúdos e água. Além de outros materiais eventuais, adições e os aditivos, que permitem modificar as características ou reduzir o custo do material dando características especiais ao concreto.

O conjunto de dados analisados inclui todos os processos de fabricação para produzir concreto pré-misturado, processos internos (manuseio e mistura de materiais) e infraestrutura. A composição utilizada na produção de 1 m³ de concreto seguiu as especificações e o índice de consumo da planilha do DNIT (código 1116265), conforme evidenciado na Figura 40.

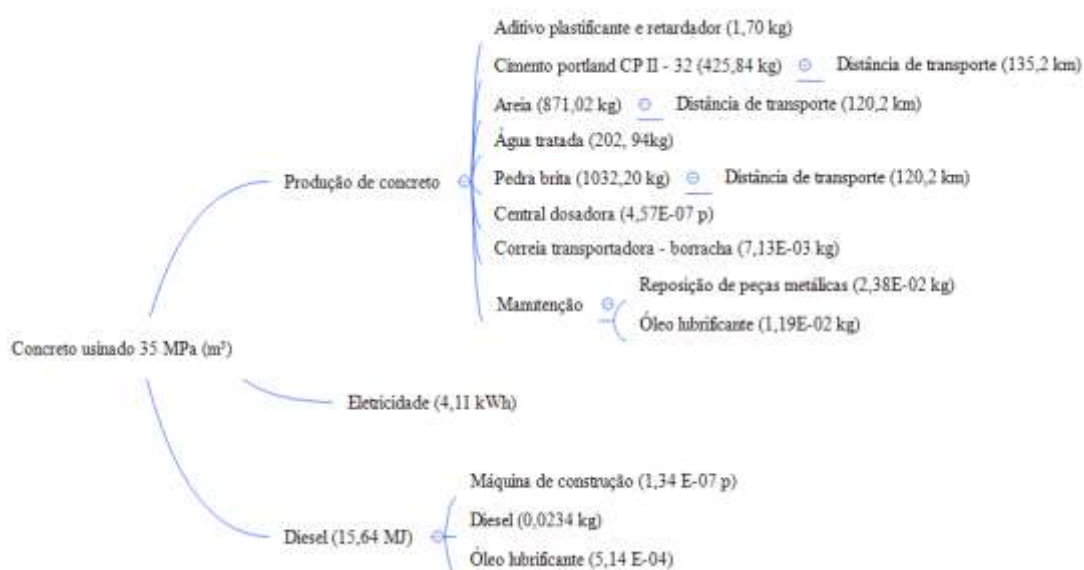


Figura 40 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção do concreto usinado 35 MPa
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

A manutenção inclui peças de reposição e lubrificantes.

m) Produção do cimento

Conforme a norma ABNT NBR 16.697 (2018), o cimento Portland é um ligante hidráulico adquirido pela moagem de clínquer Portland, ao qual são adicionadas, durante sua fabricação, quantidades necessárias de sulfato de cálcio e adições minerais.

Todas as fábricas brasileiras de cimento instalaram, em seu processo de produção – iniciando-se na extração do calcário na jazida e seguindo com o ensacamento do cimento, até o final da linha – um complexo sistema de controle de qualidade, de modo a cumprir as exigências determinadas pelas normas brasileiras de cimentos portland (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2002).

O fluxograma de processos é mostrado na Figura 41.

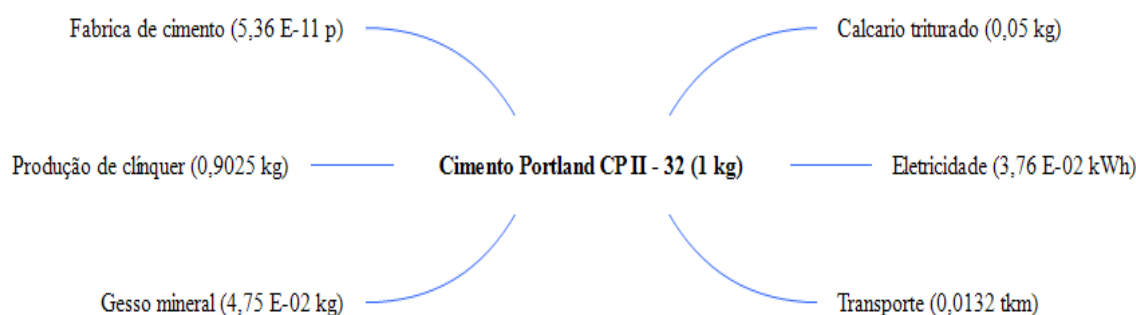


Figura 41 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de cimento
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

n) Extração e produção de agregados

Com relação aos agregados, alguns componentes são fundamentais para a construção civil, representando a maior proporção dos materiais utilizados nessa indústria, a exemplo dos agregados miúdo e agregado graúdo, conforme ABNT NBR 7211 (2005).

A análise da areia engloba a retirada do recurso da natureza, incluindo infraestrutura, energia, máquinas, equipamentos e transporte, conforme expresso na Figura 42.

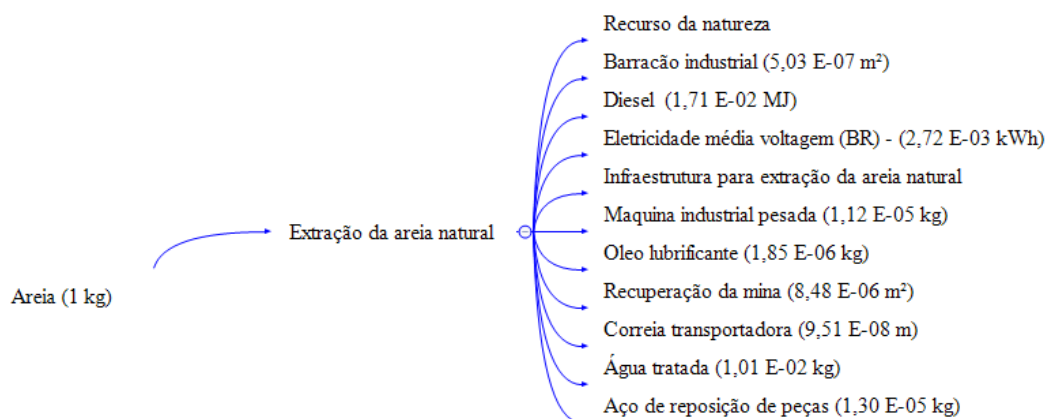


Figura 42 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de areia
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Para a pedra brita, é realizada a etapa de mineração e uma etapa subsequente de beneficiamento, incluindo britagem e classificação. Na operação, é dividida em recursos naturais, incluindo basalto; água de lago; transformação da floresta, do local de extração do mineral; explosivo Tovex e as emissões; diesel; eletricidade; infraestrutura da pedreira e óleo lubrificante. Posteriormente, é analisado o processamento da britagem, que engloba a eletricidade, máquina industrial pesada, óleo lubrificante, e também o transporte da brita. Esse processo pode ser visualizado na Figura 43.

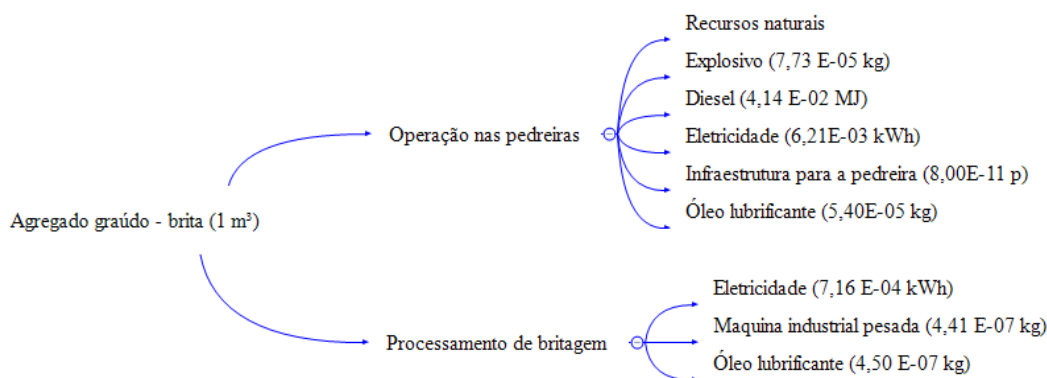


Figura 43 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de pedra brita
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

o) Água

Este conjunto de dados representa a produção de 1 kg de água tratada para o consumidor final (industrial ou doméstico). Inclui o bombeamento, o tratamento de água na Estação de Tratamento de Água (ETA), a rede de distribuição e as perdas durante a

distribuição da água. Representa a operação média do tratamento convencional para a produção de água da torneira (Fig. 44).

O tratamento convencional inclui coagulação e decantação, filtração e desinfecção, além de outros tratamentos, como oxidação (radiação ultravioleta, ozônio) e outros ajustes (pH, alcalinidade, etc.).

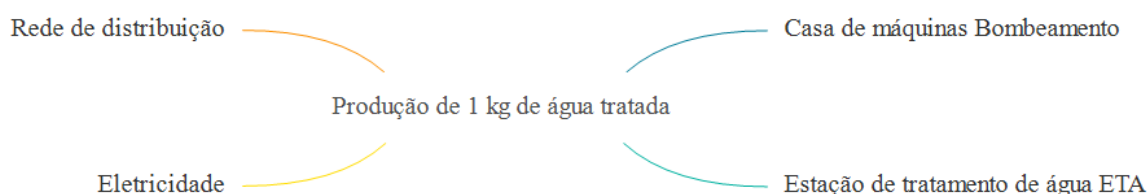


Figura 44 - Fluxograma de processos de produção e distribuição de água tratada

Fonte: Produzido pelo autor (2019)

p) Eletricidade média voltagem (BR)

Integra a produção de energia elétrica pela matriz brasileira, a transformação da tensão elétrica de alta para média voltagem e as perdas durante a transformação de tensão. O conjunto de dados inclui ainda a infraestrutura (postes, cabos, etc.) da rede de transmissão de eletricidade, as estações de transformação de alta a média tensão, conforme mostrado na Figura 45.

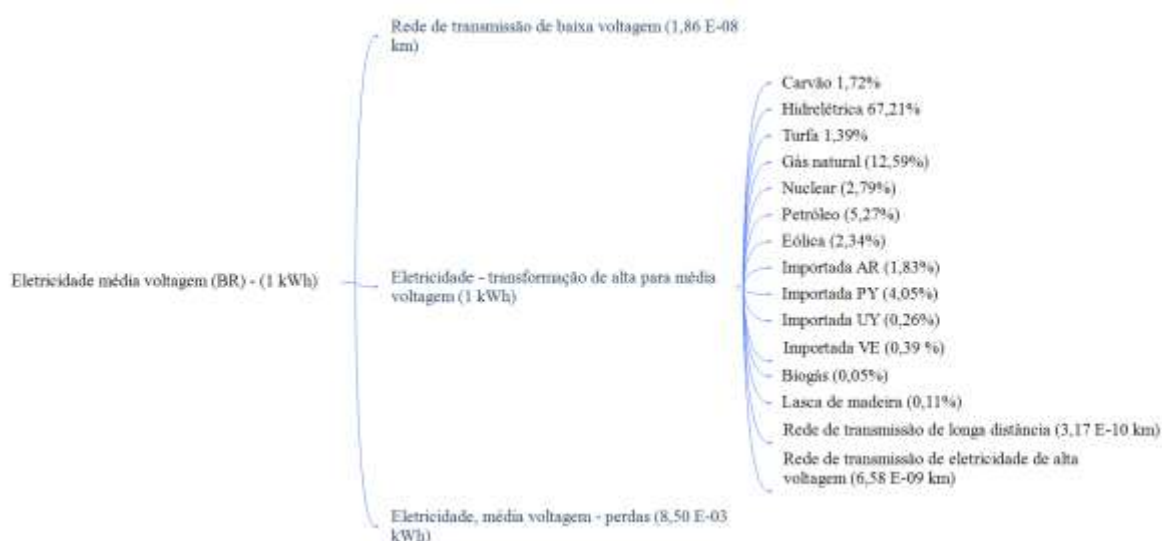


Figura 45 - Fluxograma da matriz energética

Fonte: Produzido pelo autor (2019).

q) Vergalhão

Os vergalhões seguem a norma ABNT NBR 7480:2007, que estabelece os requisitos mínimos exigidos para a fabricação e o fornecimento de barras de aço. Para a avaliação do processo de produção de vergalhões, estão incluídos a extração e o processamento de matéria-prima (carvão, minério de ferro), a reciclagem de sucata de aço e a laminação a quente. O fluxograma da produção de vergalhão pode ser visualizado na Figura 46.

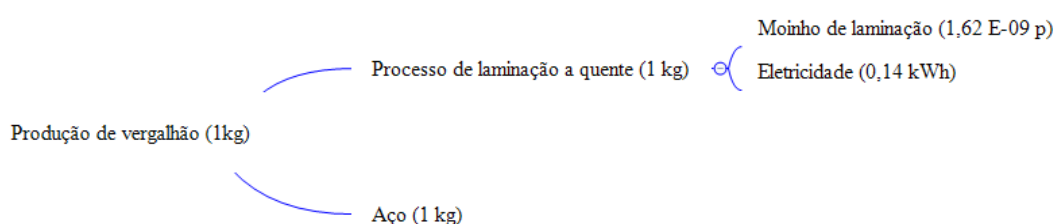


Figura 46 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de vergalhões
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Com relação aos vergalhões, é importante destacar a reciclagem de aço realizada pelo Brasil, de cerca de 10 milhões de toneladas por ano, correspondendo a 30% do total produzido, e acima da média mundial considerada, que é de 28% de reciclagem de aço. Os processos de produção de aço utilizam a reciclagem como parte da produção, sendo que cada tonelada de sucata de aço reaproveitada possibilita economizar 1.140 kg de minério de ferro, 154 kg de carvão, além de reduzir o consumo de água nas siderúrgicas, em 70% (ZAPAROLLI, 2014).

Conforme a base de dados do Ecoinvent, a tecnologia é basicamente a mesma em toda a Europa e, provavelmente, também para o resto do mundo.

r) Formas de madeira

O sistema de manejo florestal dos plantios de árvores tem como base o planejamento e o desenvolvimento das seguintes operações: produção de mudas (viveiro); preparo de solo; plantio (manual); poda de árvores; roçada (mecânica, manual e química); controle de pragas; desbaste seletivo/sistemático; corte raso; carregamento e transporte florestal; construção de estradas; prevenção e combate a incêndios florestais (ARAPEL, 2011).

O processo produtivo de madeira segue um fluxo básico com desdobramentos e etapas padrão, conforme segue: 1) obtenção da madeira em toras e transporte; 2) chegada na indústria; 3) descascamento; 4) desdobro principal; 5) refilos; e, 6) gradeamento e secagem (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE – ABIMCI, 2004).

Neste trabalho, são considerados todos os processos de cultivo de madeira, incluindo o transporte das toras, serragem da madeira, secagem, serraria(fábrica), máquinas, combustível, energia e transporte, conforme mostra a Figura 47.

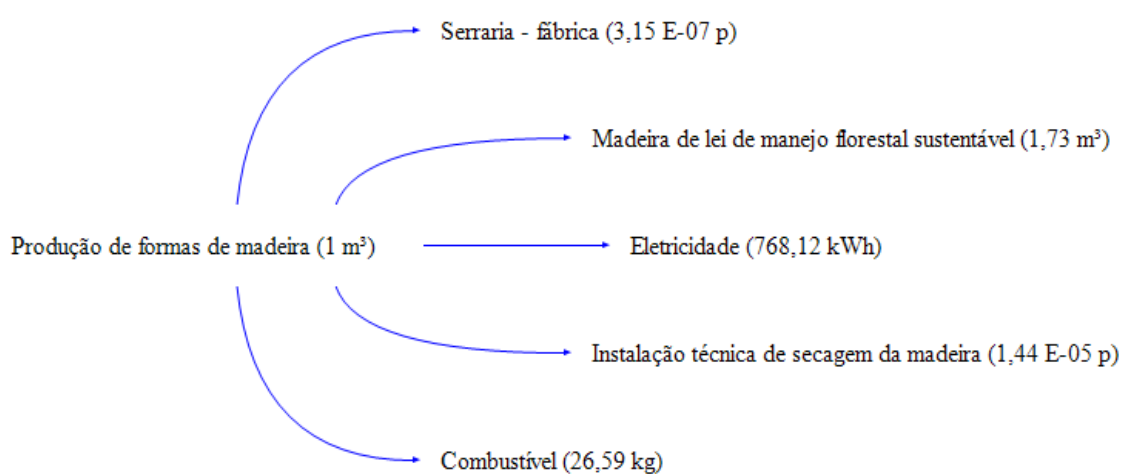


Figura 47 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de formas de madeira
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

s) Formas metálicas

As formas metálicas têm a função de moldar o concreto fresco e dar forma aos elementos, dando o acabamento à peça, e é possível sua reutilização. Para a forma metálica, foi considerada a composição do DNIT – Forma metálica em chapa 1/8' reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8' dispostas em grelhas de 40 x 60 cm – utilização de 100.

Na produção da forma metálica, foram considerados os equipamentos, a chapa de aço e o eletrodo, e também seu transporte. O processo é apresentado na Figura 48.

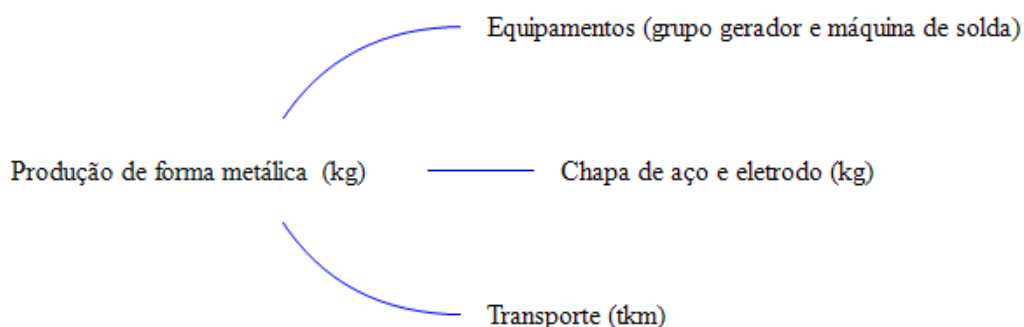


Figura 48 - Fluxograma de processos e produtos avaliados na produção de formas metálicas
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

t) Transportes

Esse conjunto de dados representa o serviço de transporte de carga de 1tkm em um caminhão de classe de tamanho de 32 toneladas e da classe de emissões EURO 3 (0,0932 CO₂ eq / 1 tkm), que foi adotado neste estudo devido à similaridade com a frota utilizada no Brasil. Referem-se a todo o ciclo de vida do transporte, ou seja, envolvem questões relacionadas à fabricação e à manutenção do veículo, ao consumo de combustível, e à construção e à manutenção de estradas. A vida útil considerada é de 540.000 km/veículo. Na Figura 49, apresenta-se o processo avaliado no transporte.

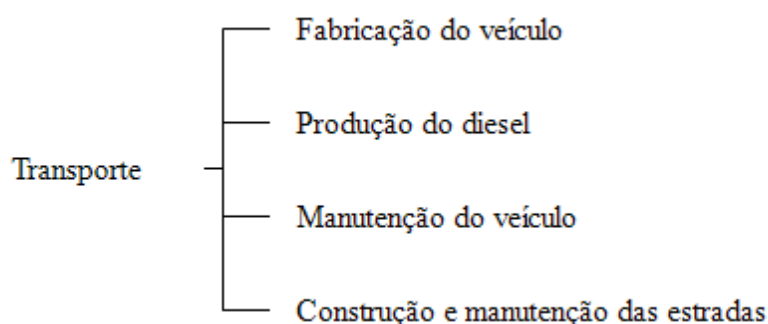


Figura 49 - Fluxograma de processos e produtos avaliados no transporte
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

O inventário para a fabricação do veículo inclui processos de uso de materiais, energia e água na fabricação de caminhões 16 t (montagem final, produção de motores e fabricação de peças metálicas). O transporte de materiais é contabilizado. A infraestrutura da usina está incluída, abordando questões como o uso da terra, construção de edifícios, construção de estradas e estacionamentos. O descarte de veículos também está incluído.

A produção do diesel inclui o processo de refino de petróleo e de distribuição do combustível ao consumidor final. Na manutenção, inclui peças de substituição, lubrificantes, consumo de energia no processo de manutenção e o transporte dos materiais. Na construção e manutenção de estradas, o conjunto de dados representa as intervenções devido à construção de infraestruturas de estradas, túneis e pontes, incluindo o processo de manutenção que é considerado como uma renovação constante e não como um gasto e fim de vida única.

u) Infraestrutura de fábrica

Inclui área de terra, barracões de fábrica e escritórios. Para os recursos da natureza, inclui ocupação e transformação de área industrial e de área de tráfego (rede rodoviária). Os barracões de fábrica são baseados em uma construção de 50 m x 30 m, altura 7 m, aberturas de 110 m² e a vida útil é estimada em 50 anos. Os escritórios são baseados em edifícios de múltiplos pavimentos para administração com vida útil do edifício estimada em 80 anos. Incluem os materiais mais importantes utilizados e seu descarte, o transporte das peças até o canteiro de obras e a disposição final no final da vida útil. Também está incluído o requisito de eletricidade para construção, manutenção e demolição. A operação não está incluída.

v) Máquinas e equipamentos

O módulo descreve uma máquina fictícia fabricada 100% em aço. As distâncias de transporte para entrega das peças à fábrica de montagem são estimadas. Vida útil média: 10.000 horas.

x) Manutenção de máquinas e equipamentos

A manutenção inclui peças de reposição e lubrificantes e o aço para a reposição de peças. Esse processo produz aço primário (minério) e secundário (sucata). Para os lubrificantes, o conjunto de dados inclui os materiais de entrada, transportes, usos de energia, infraestrutura e emissões. Esse conjunto representa a produção de 1 kg de óleo lubrificante líquido, incluindo aditivos.

5.4.2 Fase 2: de uso - inspeção e manutenção

A fase de uso contempla todo o período em que a ponte estará em funcionamento, incluindo sua manutenção e substituição da pavimentação asfáltica. A coleta de dados ocorreu nos órgãos governamentais do DNIT e DER-PR, os quais informaram que os registros históricos são recentes. Com base nos dados fornecidos, o desempenho médio de pavimentação sobre pontes é de aproximadamente 10 anos, a limpeza é feita a cada 2 anos, junto com as inspeções visuais, e a pintura, a cada 10 anos. A estrutura de uma nova ponte pode ser visualizada na Figura 50.



Figura 50 - Pavimentação em ponte
Fonte: Renato (2017)

Em pesquisa realizada, constatou-se que a vistoria foi baseada na Lei Municipal nº 3.786, de 22 de março de 2012, do município de Pato Branco, Paraná, que determina as inspeções de pontes a cada 2 anos (PATO BRANCO, 2012). O transporte do responsável técnico foi considerado até o local da obra, sendo necessária a visita a cada 2 anos, totalizando 50 vezes no decorrer dos 100 anos. Baseado nas informações coletadas nos órgãos governamentais, a limpeza foi considerada a cada 2 anos, a pintura a cada 10 anos e a substituição da pavimentação asfáltica a cada 10 anos. Neste trabalho, não foram avaliadas as manutenções/recuperações dos elementos estruturais da ponte, o que se justifica em razão da falta de banco de dados.

Um fluxograma da fase 2 é mostrado na Figura 51.

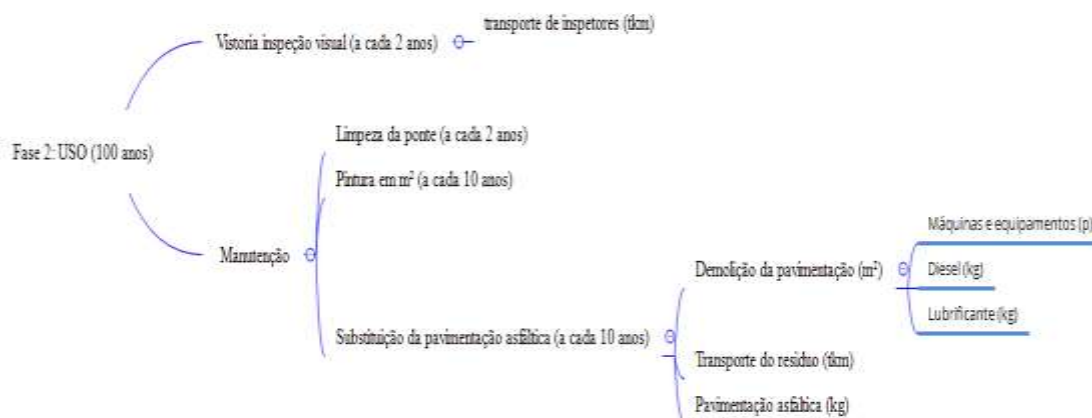


Figura 51 - Fluxograma da fase 2
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

5.4.3 Fase 3: fim de vida - processos de demolição e descarte de resíduos

Nesta fase, são estimados serviços de demolição e transportes até o destino dos resíduos não aproveitáveis (descarte para aterro), bem como os processos de triagem. Registros visuais de construção de ponte são mostrados na Figura 52.



Figura 52 - Etapas de demolição de ponte
Fonte: America Perfurações e Cortes em Concreto (2019); Torres (2017)

Para a demolição asfáltica, foi considerado uma máquina fresadora a frio modelo w100, com vida útil estimada pelo fabricante de 10.000 horas e com a capacidade aproximada

para demolir 1m² em 0,3 horas de trabalho. A determinação da quantidade de diesel seguiu as indicações dos catálogos de fabricantes, para o consumo de 16,8 lt/hr (14,28 kg/hr). Para o lubrificante segue a proporção de 0,022 kg a cada 1 kg de diesel. No item, está incluído o transporte até a disposição final e também o tratamento do resíduo no aterro.

No item demolição de concreto armado, estão inclusos máquinas de corte, rompedores e martetele hidráulico para retroescavadeira e também guindaste para remoção do concreto. Foi considerado o transporte até o aterro, incluindo a planta de triagem. Quanto às estruturas metálicas que compõem as pontes mistas, para o desmonte das vigas, adotou-se máquinas de corte, guindaste, transporte até a disposição final, o que inclui a instalação de triagem, máquina trituradora e eletricidade. Todas as quantidades seguiram informações coletadas dos fabricantes através dos catálogos fornecidos, demonstrado na Figura 53.

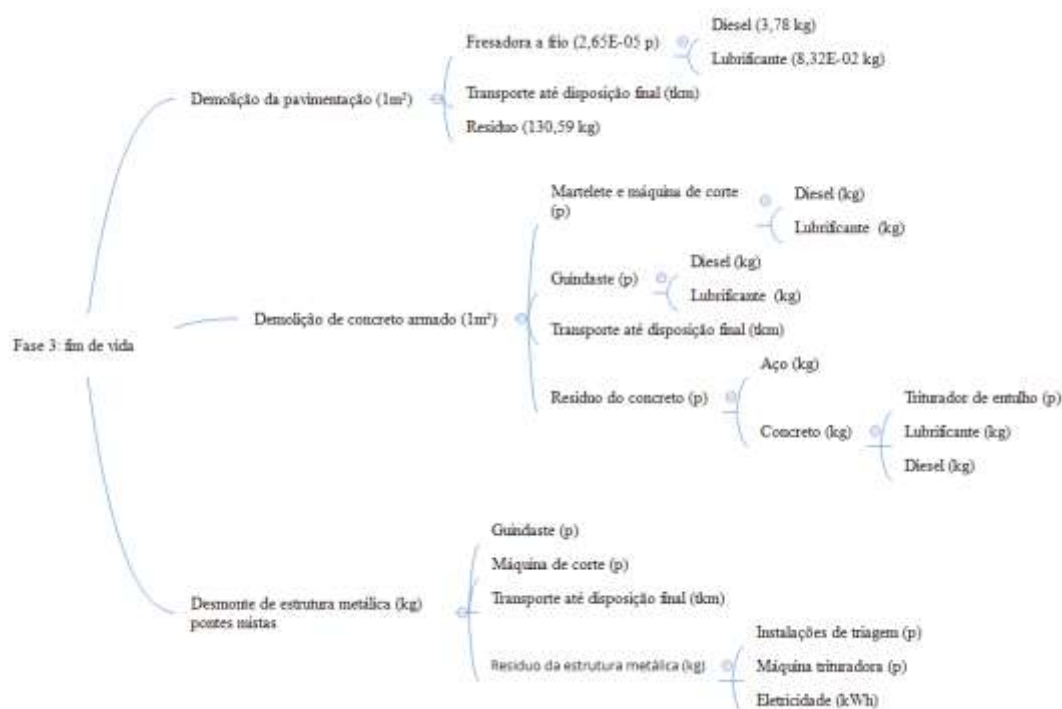


Figura 53 - Fluxograma da fase 3
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

5.5 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Alguns dos elementos da interpretação, a exemplo da análise de integridade e sensibilidade, bem como análise de incerteza potencial para a determinação da precisão, são aplicados ao longo do estudo IACV/ACV, junto com verificações de qualidade no nível dos dados do processo da unidade, os resultados do IACV e a aplicação da avaliação de impacto

como parte dos laços iterativos que são utilizados no desenho dos limites do sistema e na coleta de dados de inventário. O último passo de conclusões e recomendações é feito no final do estudo, caso tais elementos forem direcionados (*EUROPEAN COMMISSION*, 2010).

Muitas combinações de sensibilidade são possíveis nos estudos de sustentabilidade no ciclo de vida dos produtos e/ou processos. Neste trabalho apresentamos a análise de sensibilidade de algumas variações de dados de entrada como: Variação nas distâncias de transportes do mercado (cidade) até local da obra, adoção de matriz energética brasileira, comparação de produção de concreto da base de dados da Ecoinvent em relação a produção no Brasil (DNIT). Também foi feita análise de sensibilidade no que se refere a escolha de métodos de caracterização de impactos, os métodos europeus IMPACT 2002+V2.14 e ILCD 2011 Midpoint + V1.10 e o método americano BEES + V4.07 USA.

5.5.1 Análise de sensibilidade em função da variação das distância de transporte

A consideração do transporte dos insumos partiu do princípio de que os materiais tivessem como o deslocamento da sua origem de extração/produção até os pontos de distribuição/consumo. Na base de dados da ecoinvente, encontramos as distâncias de transporte como dados globais {GLO} de mercado, sendo as distâncias médias definidas por especialistas do setor e consideradas na matriz de transporte de cada país. Essas distâncias correspondem ao transporte dos insumos até os pontos de consumo/distribuição, definidos como mercados (cidades). Neste trabalho, as distâncias de transporte dos insumos até o centro de distribuição, chamado de mercado (cidade), seguiram as orientações da base de dados da Ecoinvent e foi utilizado o transporte de caminhão como matriz principal do Brasil.

As distâncias do mercado (cidade) até a obra (ponte) são elementos de difícil definição e estimativa, e também podem variar de cidade para cidade, tendo em vista que, por exemplo, no Brasil, existem 5.570 municípios e uma área total de 8.510.820,623 km² (IBGE 2019). Neste trabalho, adotou-se uma distância padrão de 30 km para todas as fases avaliadas e foi baseada nas planilhas da Sinapi, com serviço de: transporte com caminhão, DMT até 30 km (unidade: t.km) caminhão, com cavalo mecânico de capacidade máxima de tração combinado de 45000 kg, potência 330 cv, inclusive semirreboque com caçamba ou carroceria e também nos editais de licitações coletadas no decorrer do trabalho. Tendo em vista que essa distância não tem fundamentação, então, para verificar a influência dessas extensões nos transportes, elaboramos uma simulação para determinar a variação dos custos e, ao mesmo

tempo, dos impactos ambientais com distâncias da cidade até a obra (ponte) em 10 km, 30 km (padrão adotado no trabalho), 50 km, 80 km e 100 km.

Na Figura 54, apresenta-se um roteiro das considerações das distâncias de transportes consideradas, sendo que, em todos os insumos até o mercado (cidade), foram consideradas as distâncias fornecidas pelos especialistas da Ecoinvent e as distâncias do mercado (cidade) até a obra. Além disso, foram levados em consideração os itens que necessitam de transportes em todas as fases do ciclo de vida, tais como, para a fase 1: transporte de elementos pré-moldados, concreto, guindaste, aço, formas, asfalto; para a fase 2: vistorias de inspeção, limpeza e pintura e substituição de pavimentação asfáltica; e para a fase 3: transportes de materiais de demolição até pontos de triagem (aterro sanitário).

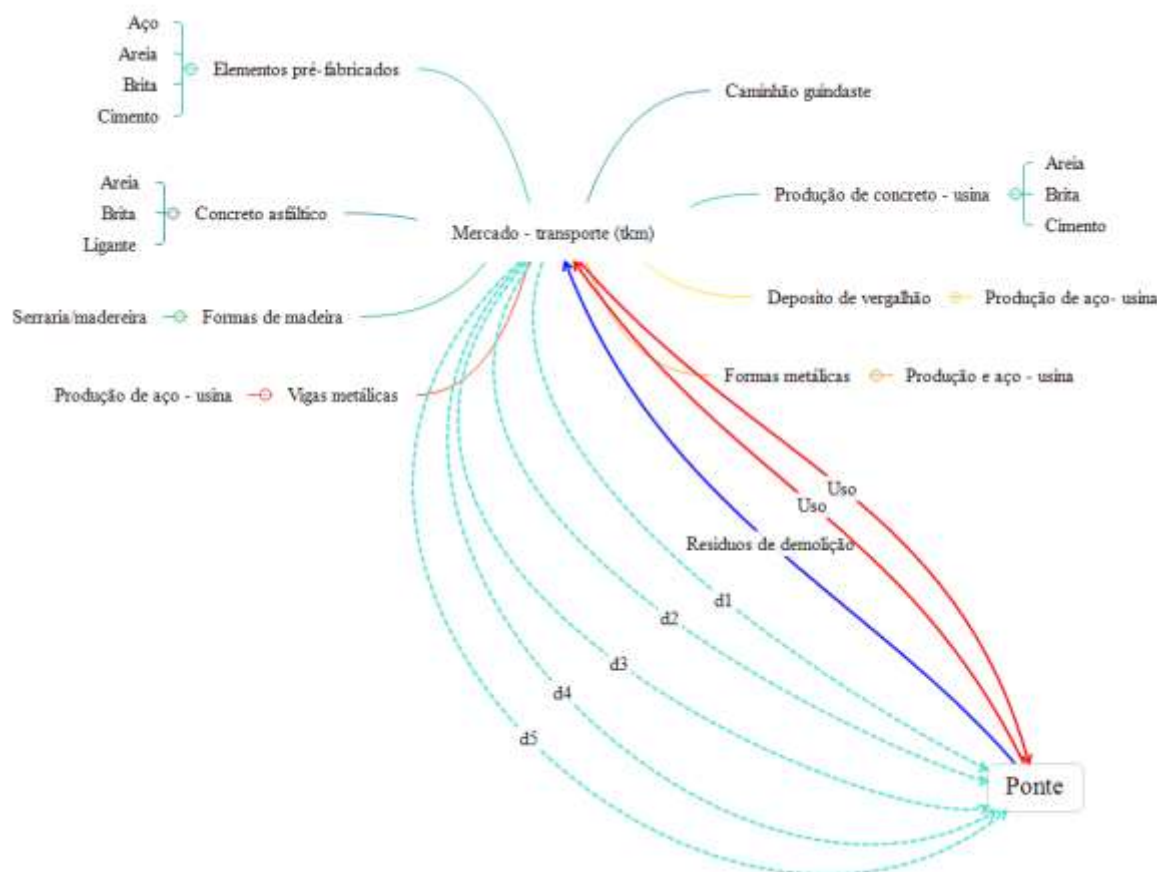


Figura 54 - Fluxograma do processo de transporte mercado (cidade)/obra (ponte)
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

5.5.2 Produção de concreto 35 MPa

Neste trabalho adotamos para a produção de concreto 35 MPa os insumos da composição prosta e adotada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), onde o apresenta o consumo de 425,84 kg de cimento Portland CPII. Na composição da base de dados da Ecoinvent para concreto 35 MPa o consumo de cimento é de 312 kg por metro cúbico de concreto.

5.5.3 Matriz energética

Na base de dados da Ecoinvent o consumo de energia dos processos são distribuídos proporcionalmente para a produção de cada país, ou seja, uma parcela da matriz energética é atribuída nos inventários de base de dados. Como exemplo podemos citar na produção de concreto 35 MPa {RAW}, onde está distribuído da seguinte forma: Electricity, medium voltage {AU} com 0,040909 kWh; Electricity, medium voltage {Canada without Quebec} igual a 0,07848 kWh; Electricity, medium voltage {NZ} 0,007921 kWh; Electricity, medium voltage {RAF} 0,130651 kWh; Electricity, medium voltage {RAS} 1,981899 kWh; Electricity, medium voltage {RER} 0,67967 kWh; Electricity, medium voltage {RLA} 0,255693 kWh; Electricity, medium voltage {RoW} 0,000335; Electricity, medium voltage {RU} 0,178887 kWh e Electricity, medium voltage {US} com 0,759556 kWh, totalizando 4,114 kWh para produzir 1,0 m³ de concreto.

No presente trabalho substituímos estas matrizes pela matriz brasileira e consideramos o mesmo índice de consumo para a produção do concreto conforme composição do DNIT.

5.5.4 Análise de sensibilidade para Métodos de avaliação de impactos

5.5.4.1 Método IMPACT 2002+V2.14

IMPACT 2002+, acrônimo de IMPact Avaliação de substâncias tóxicas químicas, é uma metodologia de avaliação de impacto originalmente desenvolvida no Instituto Federal Suíço de Tecnologia - Lausanne (EPFL), com os desenvolvimentos atuais realizados pela mesma equipe de pesquisadores, agora sob o nome de sistemas de ciclo de vida Ecoinvent.

(Lausanne). A presente metodologia propõe uma implementação viável de uma abordagem combinada de ponto médio/dano, vinculando todos os tipos de inventário do ciclo de vida (fluxos elementares e outras intervenções) através de 14 categorias de ponto médio para quatro categorias de danos.

5.5.4.2 Método ILCD 2011 *Midpoint*

A visão geral da avaliação de impacto no ciclo de vida, o pensamento do ciclo de vida e a avaliação do ciclo de vida, são abordagens científicas por trás de um número crescente de políticas ambientais e apoio à decisão de negócios no contexto de Consumo e Produção Sustentáveis. Disposições e etapas da ação Internacional de Referência do Sistema de Dados do Ciclo de Vida (ILCD) - Guia geral para avaliação do ciclo de vida - fornecem uma base comum para dados, métodos e avaliações consistentes, robustos e com garantia de qualidade. Este documento complementa as informações relacionadas ao Manual do ILCD - “Recomendações para a avaliação de impacto do ciclo de vida no contexto europeu - com base em modelos e fatores de avaliação de impacto ambiental existentes”. A suplementação de informações são baseadas na estrutura e no conteúdo do banco de dados em que a caracterização de fatores relacionados aos métodos recomendados são compilados.

5.5.4.3 Método BEES + V4.07 USA

BEES é a sigla para *Building for Environmental and Economic Sustainability*, uma ferramenta de software desenvolvida pela Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST). O BEES combina uma avaliação parcial do ciclo de vida e custo do ciclo de vida para materiais de construção. Os resultados são apresentados em termos de impactos na avaliação do ciclo de vida, custos, ou uma combinação de ambos. O BEES se esforça para ajudar o arquiteto, o engenheiro ou o comprador escolher um produto que equilibre o desempenho ambiental e econômico, encontrando soluções econômicas para proteger o meio ambiente.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados apresentados neste capítulo 6 atendem aos objetivos específicos de aplicação da técnica de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e Avaliação de Custos no Ciclo de Vida (ACC) nas pontes de pequenos vãos projetadas com distintas configurações e materiais, bem como análise e comparação ambiental e econômica.

Assim, foram avaliados os dados quantitativos de 27 modelos com diferentes materiais, tais como pontes mistas aço/concreto; pontes de concreto armado moldadas *in loco*; pontes pré moldadas em concreto armado e protendido, com vãos de 6 a 20 metros, totalizando 405 pontes.

A realização da aplicação da técnica de Avaliação do Ciclo de Vida nas pontes seguiu a fronteira de sistemas adotado, ou seja, da extração dos materiais até o fim de vida (do berço ao túmulo). O estudo utilizou a estrutura do método ReCiPe, que inclui um conjunto de 18 categorias de caracterização de potencial impacto ambiental no ponto médio e três categorias de danos no ponto final, sendo que esse método consiste na utilização de mecanismos de potenciais impactos que têm alcance global. Tendo como base os resultados globais, foi elaborada uma análise comparativa entre todas as pontes, considerando as suas características dimensionais e analisadas as categorias de impacto ambiental para a fronteira do sistema, com posterior obtenção de indicadores individuais para cada uma das pontes avaliadas.

A Avaliação do Custo no Ciclo de Vida (ACC) das pontes tem como objetivo a realização de uma análise de custos e, para isso, foi escolhida a abordagem mais econômica por meio de diferentes alternativas que permitam alcançar, ao longo do tempo, o menor custo. A determinação dos indicadores econômicos teve origem nos quantitativos coletados nos projetos e nas planilhas de composição disponibilizadas nos sites dos órgãos governamentais do Brasil, e tais custos englobam o custo de extração/produção e construção (fase 1), uso (fase 2) e fim de vida – descarte (fase 3).

6.1 COMPARATIVO ENTRE AS PONTES

A análise comparativa de pontes observa que as dimensões das pontes comparadas foram com vãos de 6,0 a 20,0 metros, com largura total de 6,80 metros, sendo duas pistas com 3,0 metros cada faixa.

As pontes selecionadas são:

- pontes mista aço/concreto com vigas metálicas soldadas e laminadas;
- pontes de concreto armado moldadas *in loco*;
- pontes pré moldadas em concreto armado;
- pontes em concreto protendido.

A análise de diferentes dimensões pressupôs a padronização dos dados em unidade funcional de 1,0 m².

6.1.1 Avaliação ambiental do Ciclo de Vida (ACV)

Nesta seção, são avaliadas as categorias de impacto ambiental da caracterização do nível de ponto médio e ponto final, sendo que as 18 categorias de impacto no ponto médio são: Aquecimento global; Depleção do ozônio estratosférico; Radiação ionizante; Formação de ozônio, saúde humana; Formação de material particulado fino; Formação de ozônio, ecossistemas terrestres; Acidificação terrestre; Eutrofização de água doce; Eutrofização marinha; Ecotoxicidade terrestre; Ecotoxicidade de água doce; Ecotoxicidade marinha; Toxicidade carcinogênica humana; Toxicidade não carcinogênica humana; Uso da terra; Escassez de recursos minerais; Escassez de recursos fósseis e Consumo de água. Na categoria de ponto final, foram considerados os danos à saúde humana, os danos ao ecossistema e a escassez dos recursos.

6.1.1.1 Comparação de desempenho ambiental das pontes nas 18 categorias de caracterização de potenciais impactos ambientais no ponto médio (*midpoint*)

Após a avaliação dos inventários das pontes, gerou-se relatórios ambientais para efetuar a comparação de desempenho entre os modelos analisados. Nesta seção, apresentam-se os comparativos das 405 pontes analisadas em cada uma das 18 categorias de impacto no ponto médio.

Na Figura 55, apresentam-se os resultados da avaliação de impacto ambiental relativos à categoria de aquecimento global, analisados em todas as pontes do estudo.

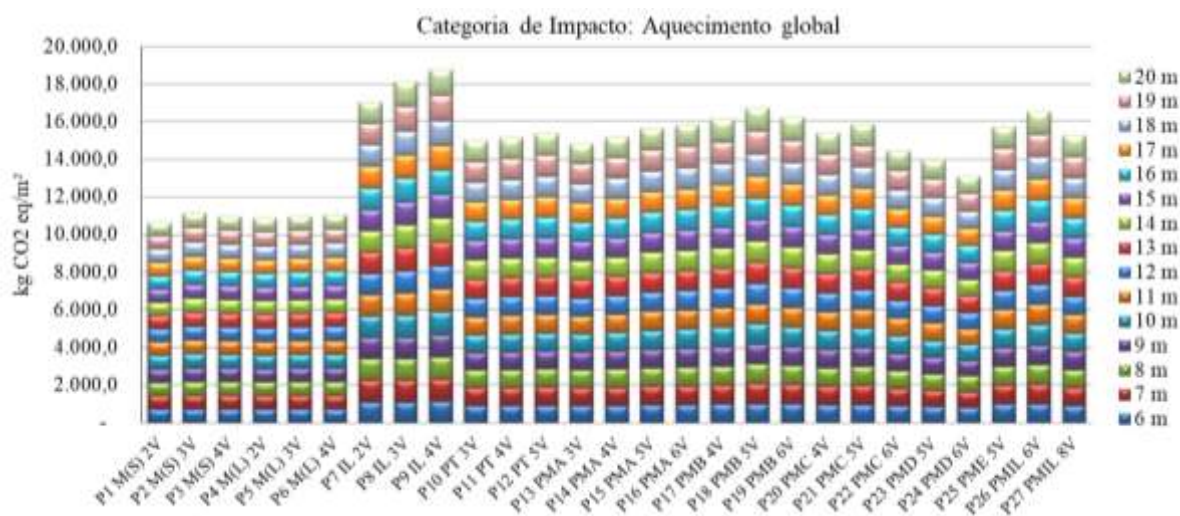


Figura 55 - Índices de impacto ambiental de kg CO₂ eq/m² em todas as pontes analisadas
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Analisando o gráfico da Figura 51, os dados apontados nessa apreciação comparativa apontam para o fato de que as pontes que mais impactam em emissões de kg CO₂ eq/m² são as pontes moldadas *in loco*, especialmente as pontes em concreto armado moldadas *in loco* do modelo P9 IL 4V apresentando os piores resultados quanto ao desempenho ambiental na categoria aquecimento global, variando de 1.140,40 kg CO₂ eq/m² (6m) a 1.352,20 kg CO₂ eq/m² (19m). Nessa análise, as pontes que revelaram o melhor desempenho foram as mistas aço/concreto do modelo P1 M(S) 2V, sendo que os índices variam de 700,60 kg CO₂ eq/m² (20m) a 722,50 kg CO₂ eq/m² (17m).

Na Figura 56, apresentam-se os resultados da avaliação de impacto ambiental relativos à categoria de depleção do ozônio estratosférico, analisados em todas as pontes do estudo.

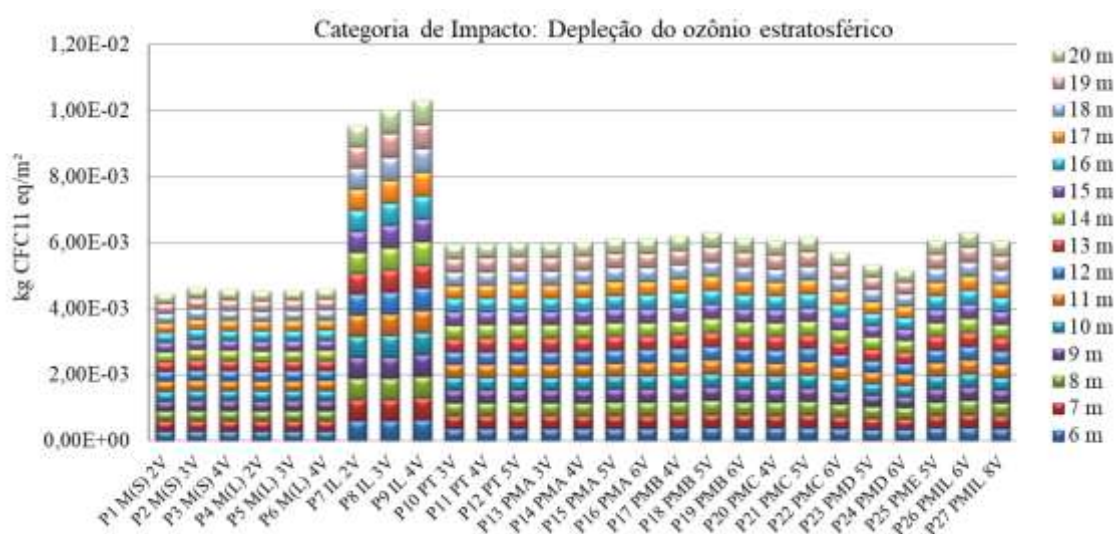


Figura 56 - Índices de depleção do ozônio estratosférico em kg CFC11 eq/m² em todas as pontes analisadas
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Conforme pode ser verificado na análise comparativa, as pontes que mais impactam em emissões de kg CFC11 eq/m² são as moldadas *in loco*, destacando-se as pontes em concreto armado moldadas *in loco* do modelo P9 IL 4V que apresentam os piores resultados quanto ao desempenho ambiental na categoria depleção do ozônio, variando de 6,39E-04 kg CFC11 eq/m² (6m) a 7,38E-04 CFC11 eq/m² (20m). As pontes com melhor desempenho são as pontes mistas aço/concreto do modelo P1 M(S) 2V, sendo que os índices variam de 2,94E-04 kg CFC11 eq/m² (18m; 19m e 20m) a 3,04E-04 kg CFC11 eq/m² (6m).

A Figura 57 apresenta os resultados da avaliação de impacto ambiental relativos à categoria de radiação ionizante, analisados em todas as pontes do estudo.

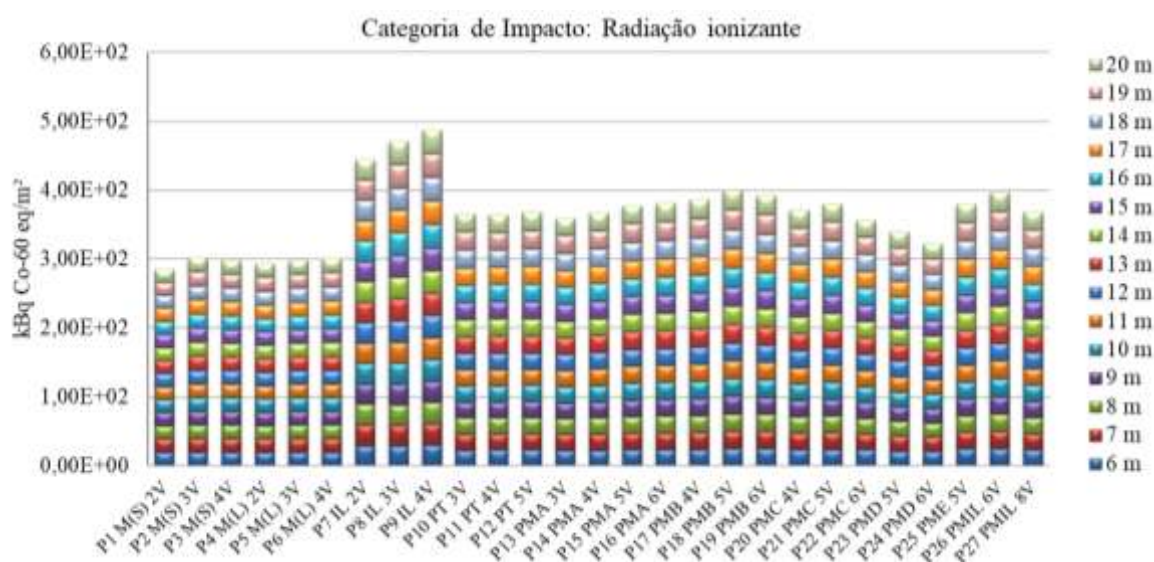


Figura 57 - Índices da radiação ionizante em kBq Co-60 eq/m² em todas as pontes analisadas
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

No gráfico, pode-se observar as pontes que mais impactam nos índices de radiação ionizante em kBq Co-60 eq/m², as pontes em concreto armado moldadas *in loco* do modelo P9 IL 4V, apresentando os piores resultados quanto ao desempenho ambiental na categoria radiação ionizante, variando de 2,98E+01 kBq Co-60 eq/m² (6m) a 3,49E+01 kBq Co-60 eq/m² (19m). Já quanto às pontes com melhor desempenho, confirmam-se as pontes mistas aço/concreto do modelo P1 M(S) 2V, sendo que os índices variam de 1,87E+01 kBq Co-60 eq/m² (20m) a 1,98E+01 kBq Co-60 eq/m² (17m).

Na Figura 58, apresentam-se os resultados da avaliação de impacto ambiental relativos à categoria de formação de ozônio, saúde humana, analisados em todas as pontes do estudo.

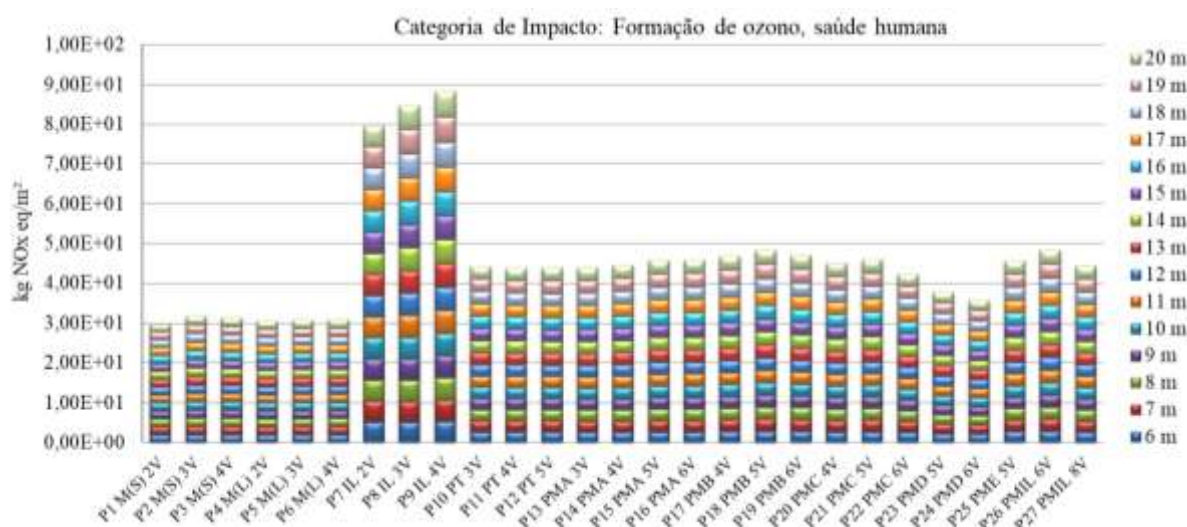


Figura 58 - Índices da formação de ozônio, saúde humana em kg NOx eq/m² em todas as pontes analisadas
Fonte: Produzido pelo autor (2019).

Os índices apontados nessa apreciação comparativa mostram que as pontes que mais impactam na formação de ozônio, saúde humana em kg NOx eq/m², são as pontes em concreto armado moldadas *in loco*, elevando-se para as pontes do modelo P9 IL 4V e apresentando os piores resultados quanto ao desempenho ambiental, variando de 5,31E+00 kg NOx eq/m² (6m) a 6,40E+00 kg NOx eq/m² (20m). A análise indica como pontes com melhor desempenho as pontes mistas aço/concreto do modelo P1 M(S) 2V, com índices variando de 1,95E+00 kg NOx eq/m² (20m) a 2,03E+00 kg NOx eq/m² (17m).

Na Figura 59, apresentam-se os resultados da avaliação de impacto ambiental relativos à categoria de formação de material particulado fino, analisados em todas as pontes do estudo.

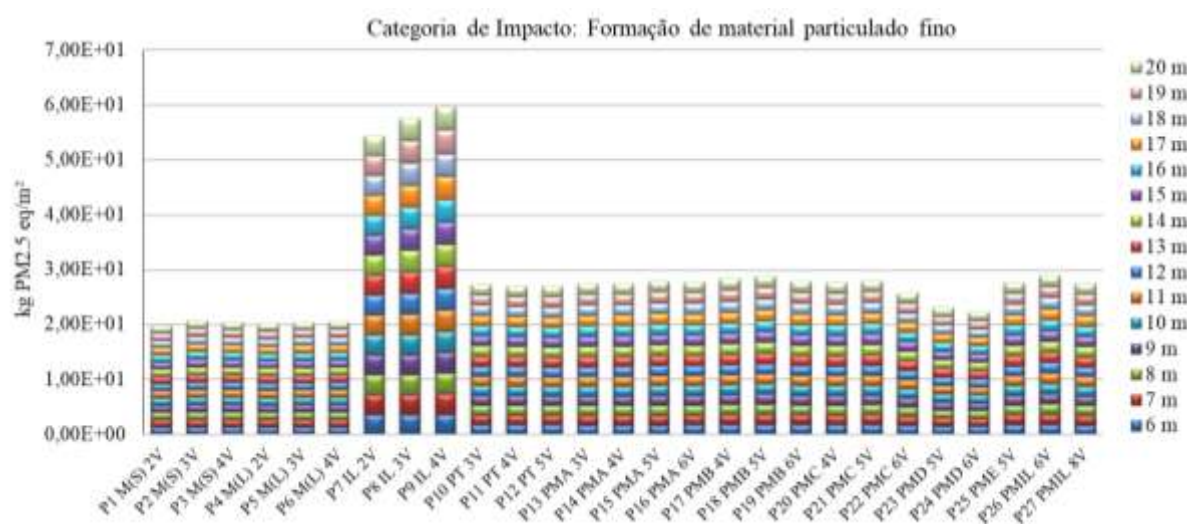


Figura 59 - Índices da formação de material particulado fino em kg PM2.5 eq/m² em todas as pontes analisadas
Fonte: Produzido pelo autor (2019).

A apreciação comparativa permite analisar que os índices mais relevantes se encontram nas pontes moldadas *in loco*, especialmente as pontes em concreto armado moldadas *in loco* do modelo P9 IL 4V, que apresentaram os piores resultados quanto ao desempenho ambiental na categoria formação do material particulado fino, variando de $3,64E+00$ kg PM_{2.5} eq/m² (6m) a $4,30E+00$ kg PM_{2.5} eq/m² (20m). Nessa análise, observa-se como pontes com melhor desempenho as mistas do modelo P1 M(S) 2V, com variação nos índices de $1,30E+00$ kg PM_{2.5} eq/m² (16m; 18m; 19m e 20m) a $1,35E+00$ kg PM_{2.5} eq/m² (17m).

A Figura 60 apresenta os resultados da avaliação de impacto ambiental relativos à categoria de formação de ozônio, ecossistemas terrestres, analisados em todas as pontes do estudo.

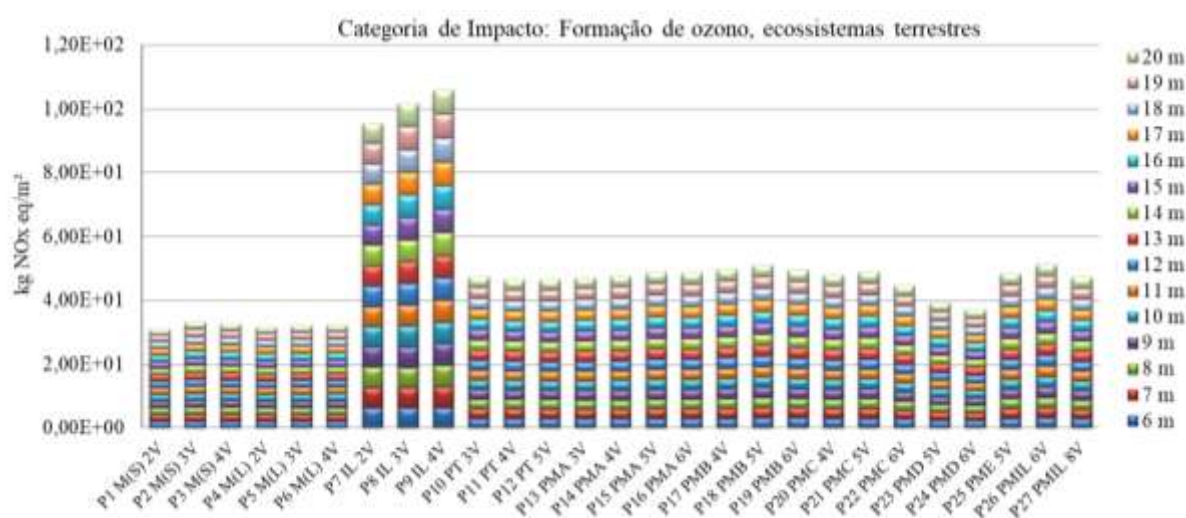


Figura 60 Índices da formação de ozônio, ecossistemas terrestres em kg NOx eq/m² em todas as pontes analisadas

Fonte: Produzido pelo autor (2019).

Na análise dos resultados apontados nessa apreciação comparativa, as pontes que mais impactam na formação de kg NOx eq/m² são as pontes em concreto armado moldadas *in loco*, com destaque para as pontes do modelo P9 IL 4V apresentando os piores resultados quanto ao desempenho ambiental na categoria formação de ozônio, ecossistemas terrestres, variando de $6,37E+00$ kg NOx eq/m² (6m) a $7,69E+00$ kg NOx eq/m² (20m). A observação do gráfico permite a compreensão de que as pontes com melhor desempenho são as pontes mistas do modelo P1 M(S) 2V, sendo que os índices variam de $2,03E+00$ kg NOx eq/m² (20m) a $2,10E+00$ kg NOx eq/m² (6m e 7m).

Na Figura 61, apresentam-se os resultados da avaliação de impacto ambiental relativos à categoria de acidificação terrestre, analisados em todas as pontes do estudo.

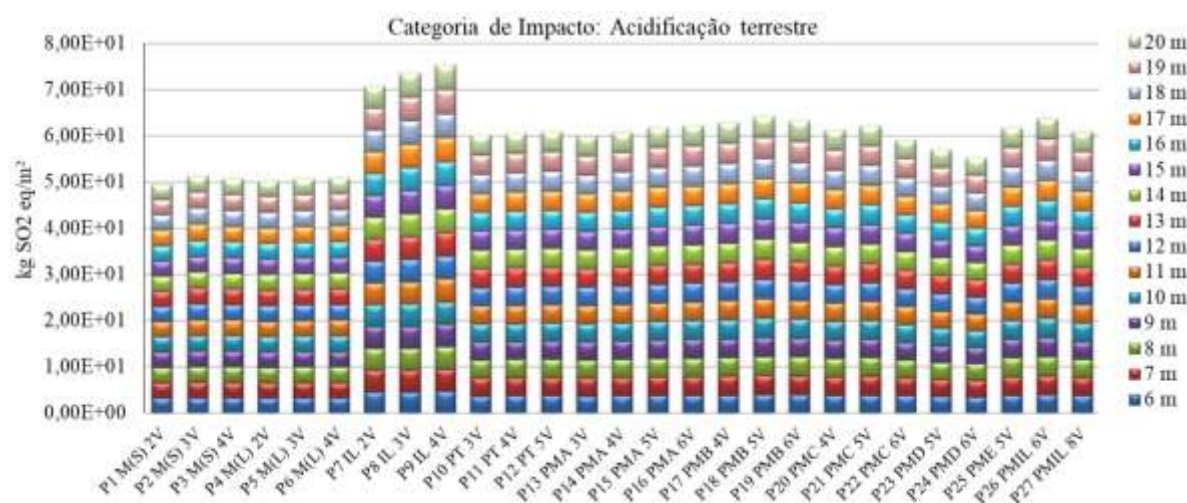


Figura 61 - Índices da acidificação terrestre em kg SO₂ eq/m² em todas as pontes analisadas
Fonte: Produzido pelo autor (2019).

Conforme pode ser verificado nos índices apontados nessa apreciação comparativa, as pontes que mais impactam são as pontes moldadas *in loco*, especialmente as pontes do modelo P9 IL 4V, com os piores resultados quanto ao desempenho ambiental na categoria acidificação terrestre, variando de 4,73E+00 kg SO₂ eq/m² (6m) a 5,31E+00 kg SO₂ eq/m² (19m e 20m). Analisando as pontes com melhor desempenho, encontra-se as pontes mistas do modelo P1 M(S) 2V, com índices que variam de 3,27E+00 kg SO₂ eq/m² (18m; 19m e 20m) a 3,37E+00 kg SO₂ eq/m² (17m).

Na Figura 62, apresentam-se os resultados da avaliação de impacto ambiental relativos à categoria de eutrofização da água doce, analisados em todas as pontes do estudo.



Figura 62 - Índices da eutrofização da água doce em kg P eq/m² em todas as pontes analisadas
Fonte: Produzido pelo autor (2019).

Dando continuidade na análise dos dados, observa-se que os índices apontados nessa apreciação comparativa mostram como pontes que mais impactam em emissões de kg P eq/m² as pontes moldadas *in loco*, com ênfase para as pontes em concreto moldadas *in loco* do modelo P9 IL 4V, que apresentam os piores resultados quanto ao desempenho ambiental na categoria eutrofização da água doce, com variação de 2,09E-01 kg P eq/m² (6m) a 2,36E-01 kg P eq/m² (19m). Verifica-se como pontes com melhor desempenho as pontes mistas do modelo P1 M(S) 2V, cujos índices variam de 1,59E-01 kg P eq/m² (15m; 16m; 18m; 19m e 20m) a 1,64E-01 kg P eq/m² (6m).

Na Figura 63, apresentam-se os resultados da avaliação de impacto ambiental relativos à categoria de eutrofização marinha, a partir de análise realizada em todas as pontes do estudo.

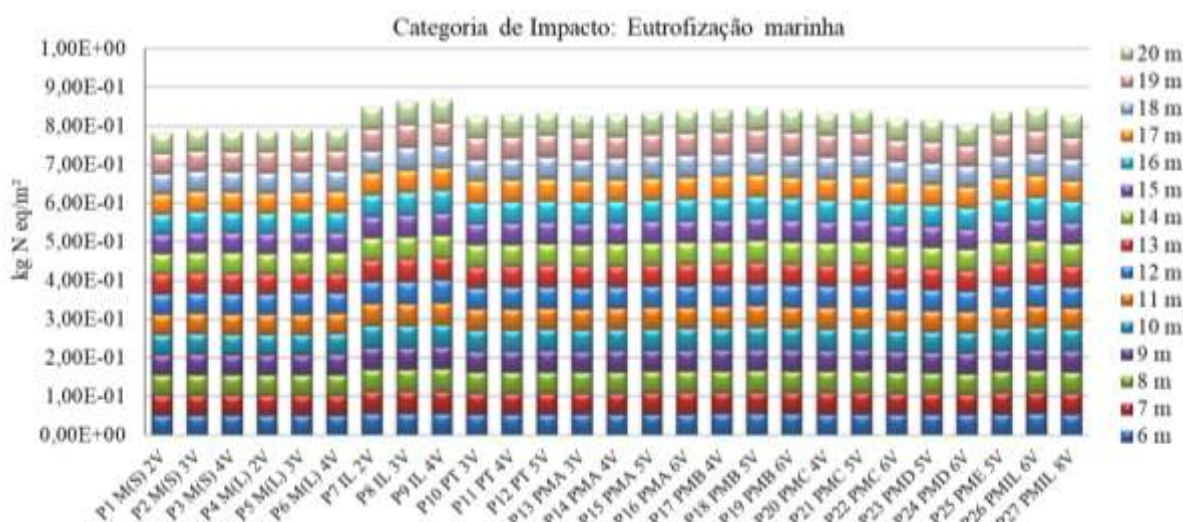


Figura 63 - Índices da eutrofização marinha em kg N eq/m² em todas as pontes analisadas
Fonte: Produzido pelo autor (2019).

Com relação aos índices apontados nessa apreciação comparativa, a análise mostra como pontes que mais impactam em emissões de kg N eq/m² aquelas moldadas *in loco*, notadamente as pontes moldadas *in loco* do modelo P9 IL 4V, com os piores resultados quanto ao desempenho ambiental na categoria eutrofização marinha, variando de 5,67E-02 kg N eq/m² (6m) a 5,90E-02 kg N eq/m² (19m e 20m). Consoante às pontes com melhor desempenho, observa-se as pontes mistas aço/concreto do modelo P1 M(S) 2V, com índices variando de 5,19E-02 kg N eq/m² (16m; 18m; 19m e 20m) a 5,25E-02 kg N eq/m² (17m).

Na Figura 64, apresentam-se os resultados da avaliação de impacto ambiental relativos à categoria de ecotoxicidade terrestre, a partir de análise realizada em todas as pontes do estudo.

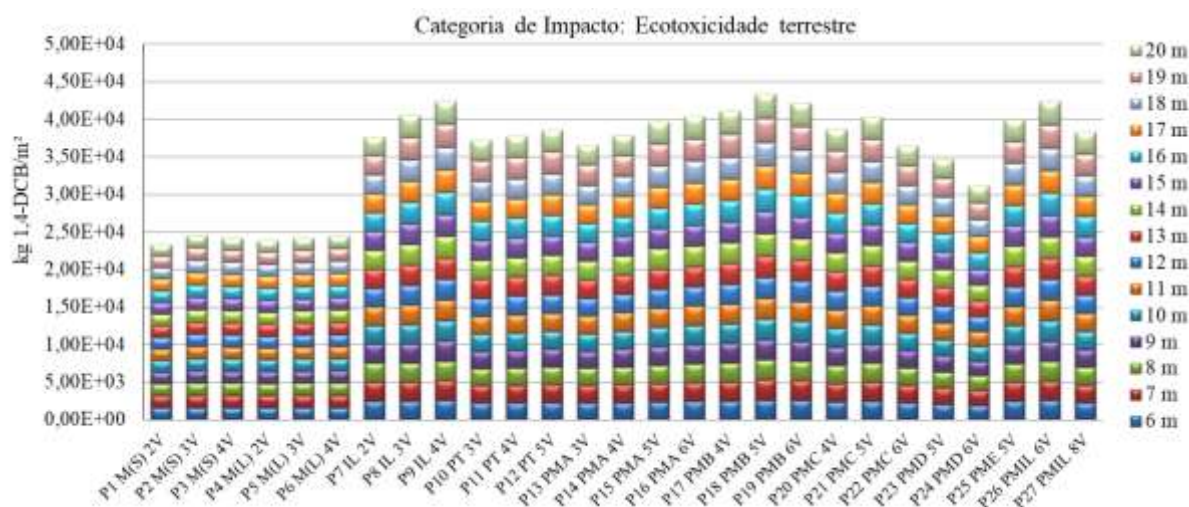


Figura 64 - Índices da ecotoxicidade terrestre em kg 1,4-DCB/m² em todas as pontes analisadas
Fonte: Produzido pelo autor (2019).

Os índices da ecotoxicidade terrestre apontados nessa apreciação comparativa mostram que as pontes que mais impactam em kg 1,4-DCB/m² são as pontes pré moldadas em concreto armado, confirmando-se as pontes do modelo P18 PMB 5V que apresentam os piores resultados quanto ao desempenho ambiental nessa categoria, com variações de 2,61E+03 kg 1,4-DCB/m² (6m) a 3,27E+03 kg 1,4-DCB/m² (20m). As pontes com melhor desempenho são as pontes mistas do modelo P1 M(S) 2V, com índices variando de 1,52E+03 kg 1,4-DCB/m² (19m e 20m) a 1,61E+03 kg 1,4-DCB/m² (6m).

Na Figura 65, apresentam-se os resultados da avaliação de impacto ambiental relativos à categoria de ecotoxicidade de água doce, a partir de análise realizada em todas as pontes do estudo.

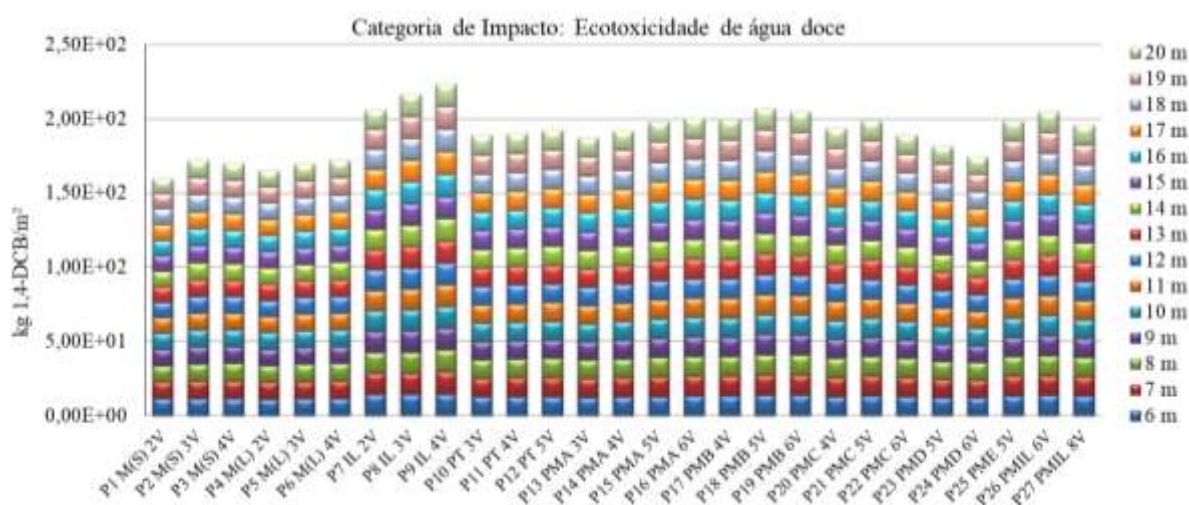


Figura 65 - Índices da ecotoxicidade de água doce em kg 1,4-DCB/m² em todas as pontes analisadas
Fonte: Produzido pelo autor (2019).

Os índices da ecotoxicidade de água doce obtidos nessa apreciação comparativa indicam como pontes mais impactantes são as moldadas *in loco*, destacando-se as pontes em concreto armado moldadas *in loco* do modelo P9 IL 4V como as que apresentam os piores resultados quanto ao desempenho ambiental na categoria selecionada, variando de $1,46E+01$ kg 1,4-DCB/m² (9m e 10m) a $1,54E+01$ kg 1,4-DCB/m² (19m). Já como pontes com melhor desempenho, verifica-se as pontes mistas aço/concreto do modelo P1 M(S) 2V, com os índices que variam de $1,01E+01$ kg 1,4-DCB/m² (20m) a $1,16E+01$ kg 1,4-DCB/m² (6m).

A Figura 66 apresenta os resultados da avaliação de impacto ambiental relativos à categoria de ecotoxicidade marinha, analisados em todas as pontes do estudo.

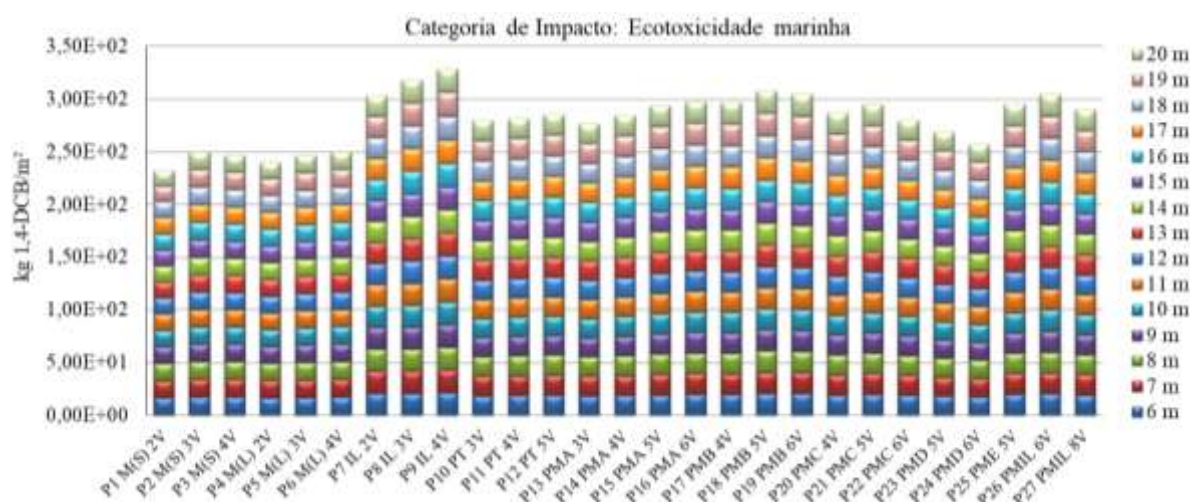


Figura 66 - Índices da ecotoxicidade marinha em kg 1,4-DCB/m² em todas as pontes analisadas
Fonte: Produzido pelo autor (2019).

Sobre a ecotoxicidade marinha, os índices apontados nessa apreciação comparativa confirmam como as pontes que mais impactam as moldadas *in loco*, sendo que as pontes moldadas *in loco* do modelo P9 IL 4V apresentam os piores resultados quanto ao desempenho ambiental, mostrando variações de $2,15E+01$ kg 1,4-DCB/m² (8m; 9m e 10m) a $2,28E+01$ kg 1,4-DCB/m² (19m). Na análise, as pontes com melhor desempenho se revelaram as pontes mistas do modelo P1 M(S) 2V, com variação de seus índices de $1,48E+01$ kg 1,4-DCB/m² (20m) a $1,67E+01$ kg 1,4-DCB/m² (6m).

Na Figura 67, são apresentados os resultados da avaliação de impacto ambiental relativos à categoria de toxicidade carcinogênica humana, a partir de análise realizada em todas as pontes do estudo.

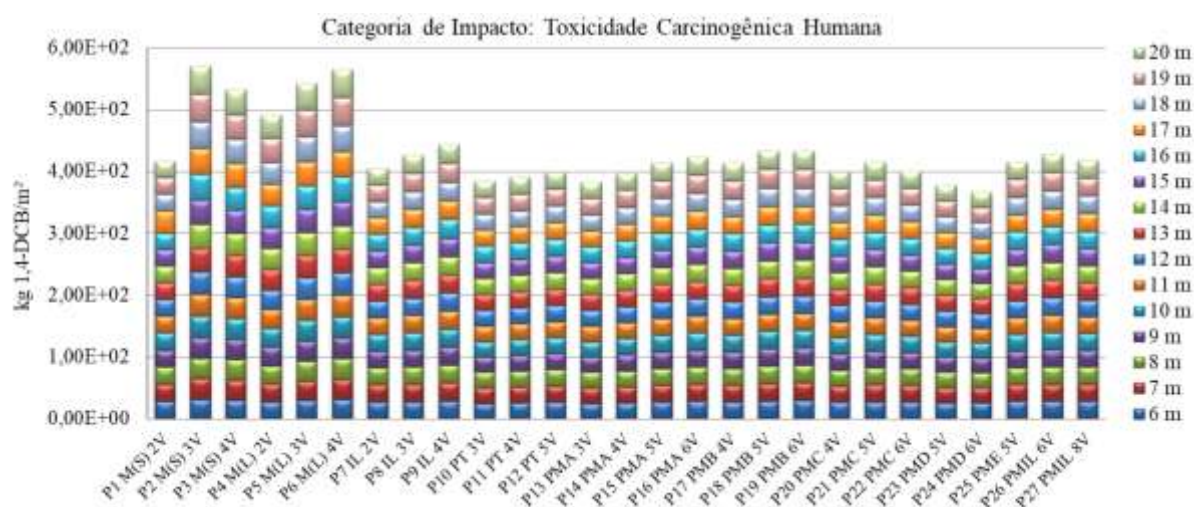


Figura 67 - Índices da toxicidade carcinogênica humana em kg 1,4-DCB/m² em todas as pontes analisadas
Fonte: Produzido pelo autor (2019).

A categoria de toxicidade carcinogênica humana, analisada nessa apreciação comparativa, tem como índices para as pontes que mais impactam em kg 1,4-DCB/m² as pontes mistas, do modelo P2 M(S) 3V, cujos resultados são os piores quanto ao desempenho ambiental na categoria selecionada, variando de 3,11E+01 kg 1,4-DCB/m² (6m) a 4,53E+01 kg 1,4-DCB/m² (20m). A análise permite observar como pontes com melhor desempenho as pontes pré moldadas do modelo P24 PMD 6V, com índices que variam de 2,39E+01 kg 1,4-DCB/m² (11m e 12m) a 2,54E+01 kg 1,4-DCB/m² (6m).

Na Figura 68, são apresentados os resultados da avaliação de impacto ambiental relativos à categoria de toxicidade não carcinogênica humana, analisados em todas as pontes do estudo.

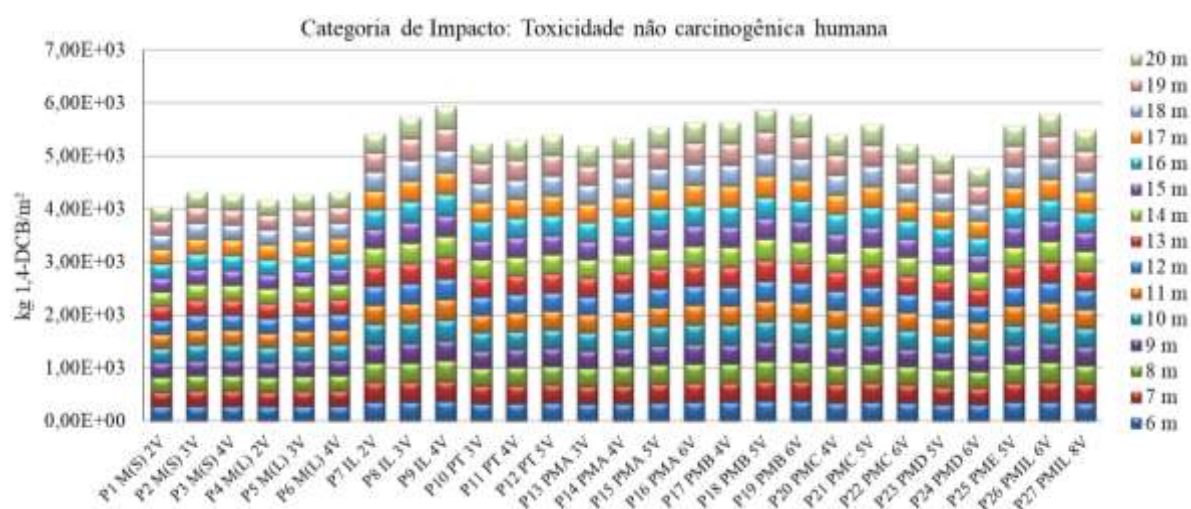


Figura 68 - Índices da toxicidade não carcinogênica humana em kg 1,4-DCB/m² em todas as pontes analisadas
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Analisando os índices apontados nessa apreciação comparativa, observou-se que as pontes que mais impactam em kg 1,4-DCB/m² são as pontes moldadas *in loco*, com mais evidência para as pontes moldadas *in loco* do modelo P9 IL 4V, que apresenta os piores resultados quanto ao desempenho ambiental na categoria toxicidade não carcinogênica humana. As variações compreendem de 3,78E+02 kg 1,4-DCB/m² (6m) a 4,19E+02 kg 1,4-DCB/m² (19m). O melhor desempenho de pontes identificado nesses índices mostra as pontes mistas do modelo P1 M(S) 2V, com variação de 2,62E+02 kg 1,4-DCB/m² (19m e 20m) a 2,83E+02 kg 1,4-DCB/m² (6m).

A Figura 69 apresenta os resultados da avaliação de impacto ambiental relativos à categoria de uso da terra, analisados em todas as pontes do estudo.



Figura 69 - Índices do uso da terra em m²a crop eq/m² em todas as pontes analisadas
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Conforme o gráfico evidencia, os índices encontrados indicam as pontes moldadas *in loco* como aquelas que mais impactam no uso da terra em m²a crop eq/m², especialmente as pontes em concreto armado moldadas *in loco* do modelo P9 IL 4V, com os piores resultados quanto ao desempenho ambiental na categoria uso da terra, variando de 1,07E+03 m²a crop eq/m² (6m) a 1,31E+03 m²a crop eq/m² (20m). As pontes com melhor desempenho são as pontes mistas do modelo P1 M(S) 2V, com índices que variam de 4,45E+01 m²a crop eq/m² (18m; 19m e 20m) a 4,66E+01 m²a crop eq/m² (17m).

Na Figura 70 os resultados da avaliação de impacto ambiental referem-se à categoria de escassez de recursos minerais, analisados em todas as pontes do estudo.

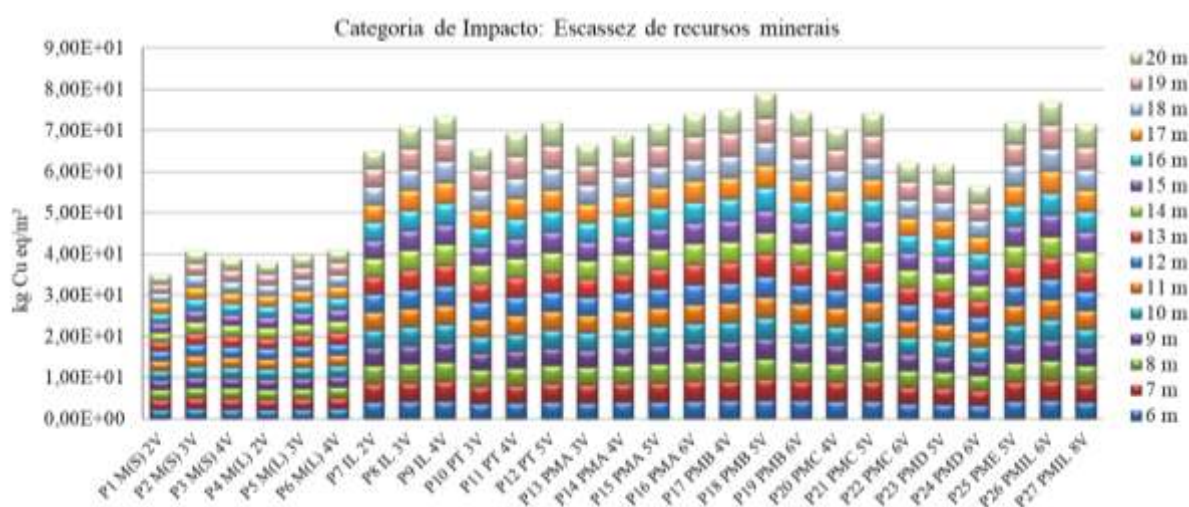


Figura 70- Índices de escassez de recursos minerais em kg Cu eq/m² em todas as pontes analisadas
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Analisando os índices de escassez de recursos minerais apontados nessa apreciação comparativa, observa-se que as pontes que mais impactam em kg Cu eq/m² são as pontes pré moldadas, especialmente as pontes do modelo P18 PMB 5V, com os piores resultados quanto ao desempenho ambiental na categoria analisada. A variação desses índices é de 4,68E+00 kg Cu eq/m² (6m) a 5,89E+00 kg Cu eq/m² (20m). Com respeito às pontes com melhor desempenho, os resultados indicaram as pontes mistas do modelo P1 M(S) 2V, com índices que variam de 2,26E+00 kg Cu eq/m² (6m) a 2,65E+00 kg Cu eq/m² (17m).

A Figura 71 apresenta os resultados da avaliação de impacto ambiental relativos à categoria de escassez de recursos fósseis, analisados em todas as pontes do estudo.

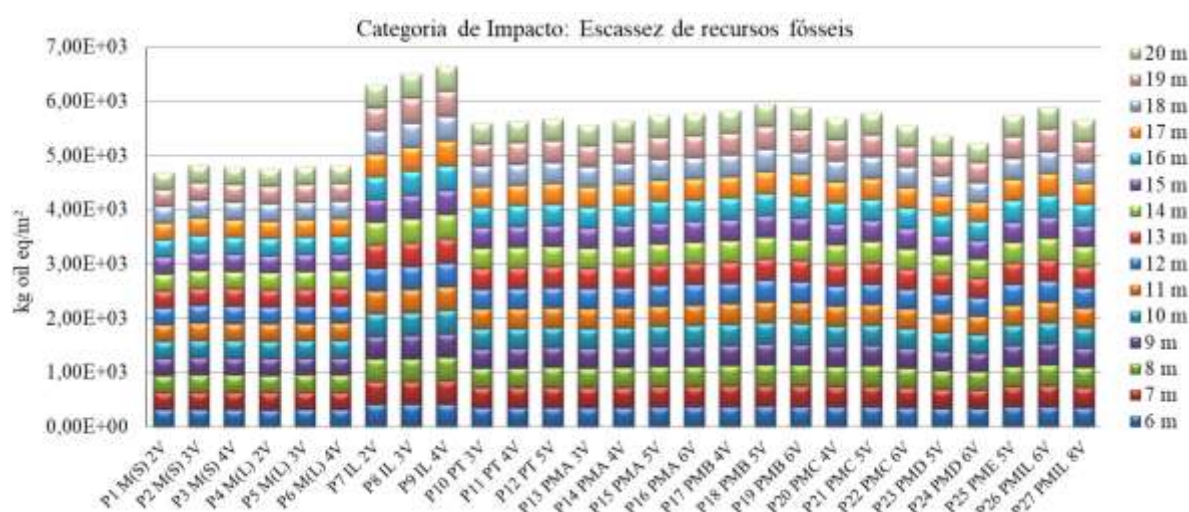


Figura 71 - Índices de escassez de recursos fósseis em kg oil eq/m² em todas as pontes analisadas
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Quanto à escassez de recursos fósseis, os índices apontados nessa apreciação comparativa mostram que são as pontes moldadas *in loco* aquelas que mais impactam consumo de kg oil eq/m², especialmente as pontes do modelo P9 IL 4V apresentando os piores resultados quanto ao desempenho ambiental na categoria, variando de 4,21E+02 kg oil eq/m² (6m) a 4,66E+02 kg oil eq/m² (20m). A análise mostra que as pontes com melhor desempenho são as pontes mistas do modelo P1 M(S) 2V, com variação de índices de 3,10E+02 kg oil eq/m² (18m; 19m e 20m) a 3,18E+02 kg oil eq/m² (17m).

Na Figura 72, são apresentados os resultados da avaliação de impacto ambiental relativos à categoria de consumo de água, analisados em todas as pontes do estudo.

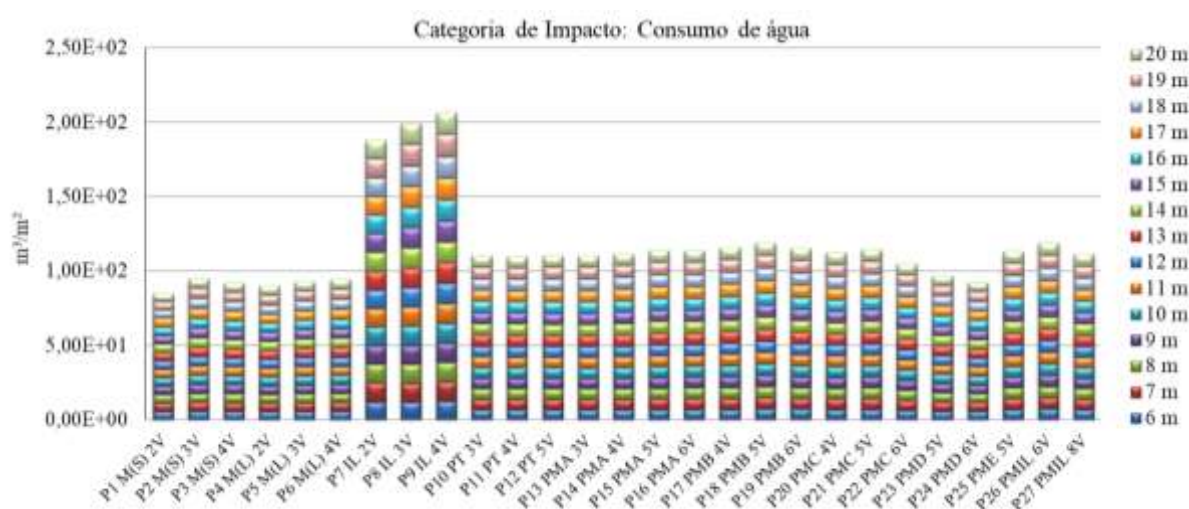


Figura 72 - Índices de consumo de água em m³/m² em todas as pontes analisadas
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Observando o gráfico, verifica-se, nos índices apontados nessa apreciação comparativa, que as pontes que mais impactam em consumo de água em m³/m² são aquelas moldadas *in loco*, com ênfase para as pontes moldadas *in loco* do modelo P9 IL 4V, e com os piores resultados quanto ao desempenho ambiental na categoria consumo de água, variando de 1,25E+01 m³/m² (6m) a 1,49E+01 m³/m² (20m). As pontes com melhor desempenho são as pontes mistas aço/concreto do modelo P1 M(S) 2V, cujos índices variam de 5,60E+00 m³/m² (19m e 20m) a 6,24E+00 m³/m² (17m).

6.1.1.2 Comparação de desempenho ambiental das pontes nas três categorias de danos no ponto final (*endpoint*)

O objetivo da avaliação de danos é combinar uma série de indicadores de categoria de impacto em uma categoria de danos. Nesta fase, os 18 indicadores de categorias de caracterização de impactos são relacionadas em três categorias de danos de parâmetros finais: os danos para a saúde humana, os ecossistemas e os recursos.

A Figura 73 apresenta as categorias de impactos selecionados do ponto médio (*midpoint*) relacionadas com as categorias de danos no ponto final (*endpoint*).

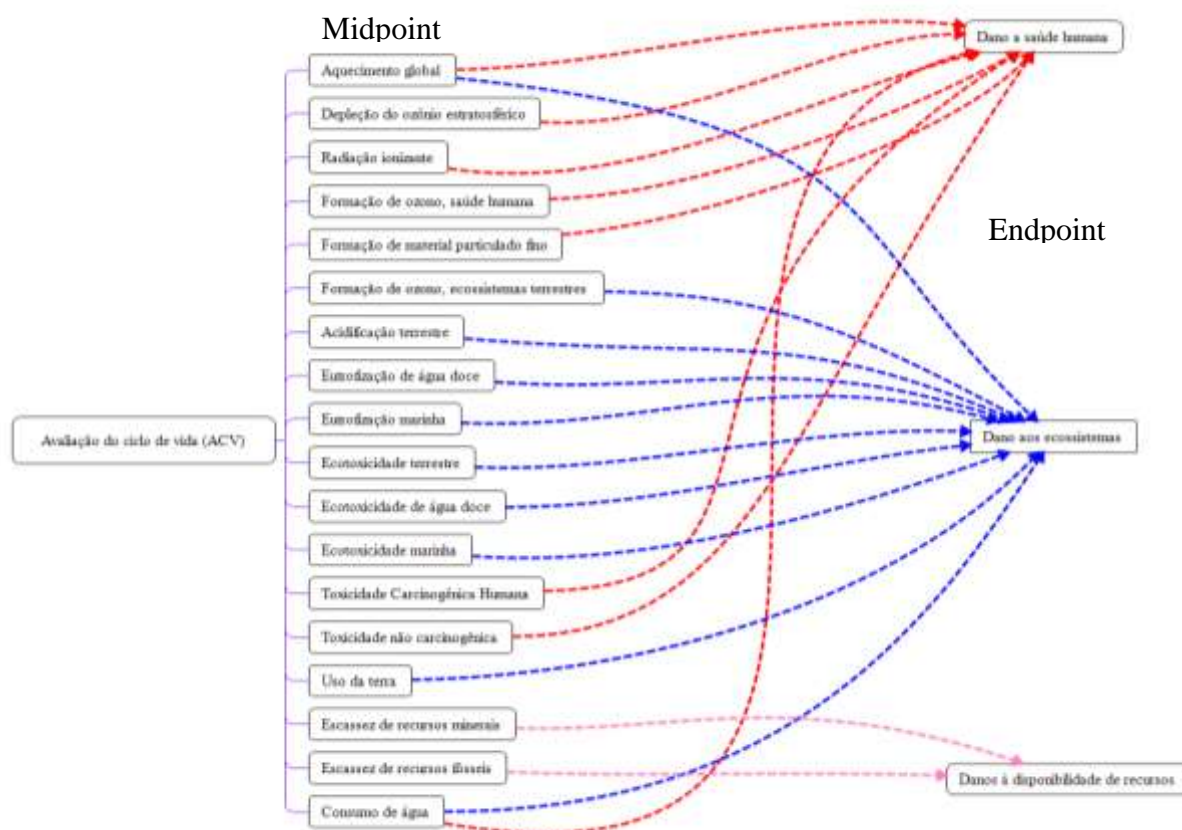


Figura 73 - Categorias de impactos no ponto médio (midpoint) e ponto final (endpoint)
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Após a avaliação dos inventários das pontes, gerou-se relatórios ambientais para efetuar a comparação de desempenho entre os modelos analisados. Nesta seção, apresentamos os comparativos das 405 pontes analisadas para cada uma das três categorias de danos no ponto final.

Na Figura 74, apresentam-se os resultados da categoria de danos relativos aos ecossistemas, analisados em todas as pontes do estudo.

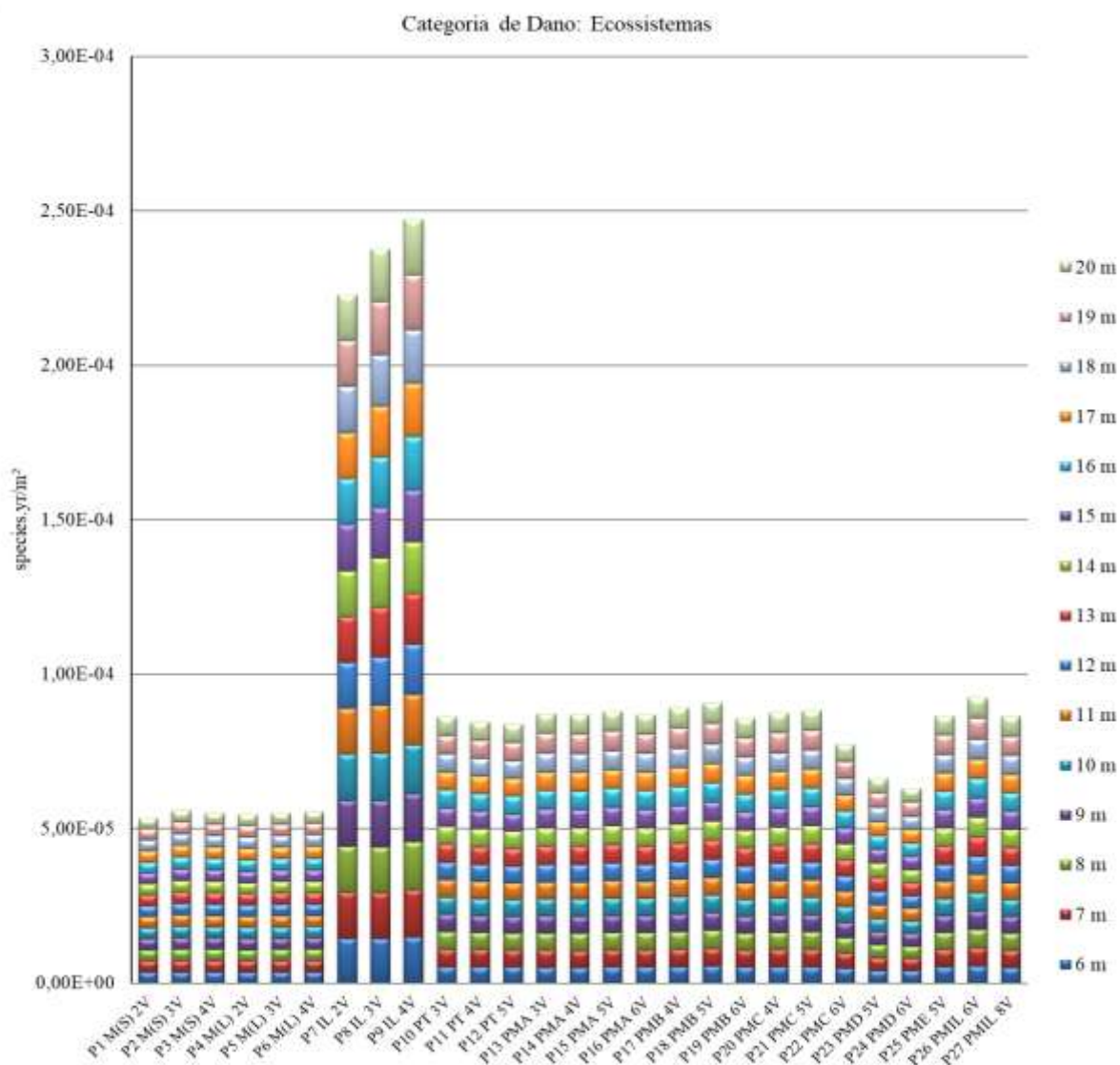


Figura 74 - Índices de danos aos ecossistemas em species.yr/m² em todas as pontes analisadas
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Os índices apontados nessa apreciação comparativa sobre danos aos ecossistemas confirmam as pontes moldadas *in loco* como aquelas que mais impactam na perda de espécies sobre uma determinada área, durante um certo tempo expressadas em species.yr/m², notadamente as pontes em concreto armado moldadas *in loco* do modelo P9 IL 4V, que apresentam os piores resultados quanto ao desempenho na categoria ecossistemas, variando de 1,49E-05 species.yr/m² (6m) a 1,79E-05 species.yr/m² (20m). A análise mostra também o melhor desempenho para as pontes mistas aço/concreto do modelo P1 M(S) 2V, com variação de índices de 3,52E-06 species.yr/m² (19m e 20m) a 3,67E-06 species.yr/m² (17m).

Na Figura 75, são apresentados os resultados da categoria de impactos aos recursos, analisados em todas as pontes do estudo.

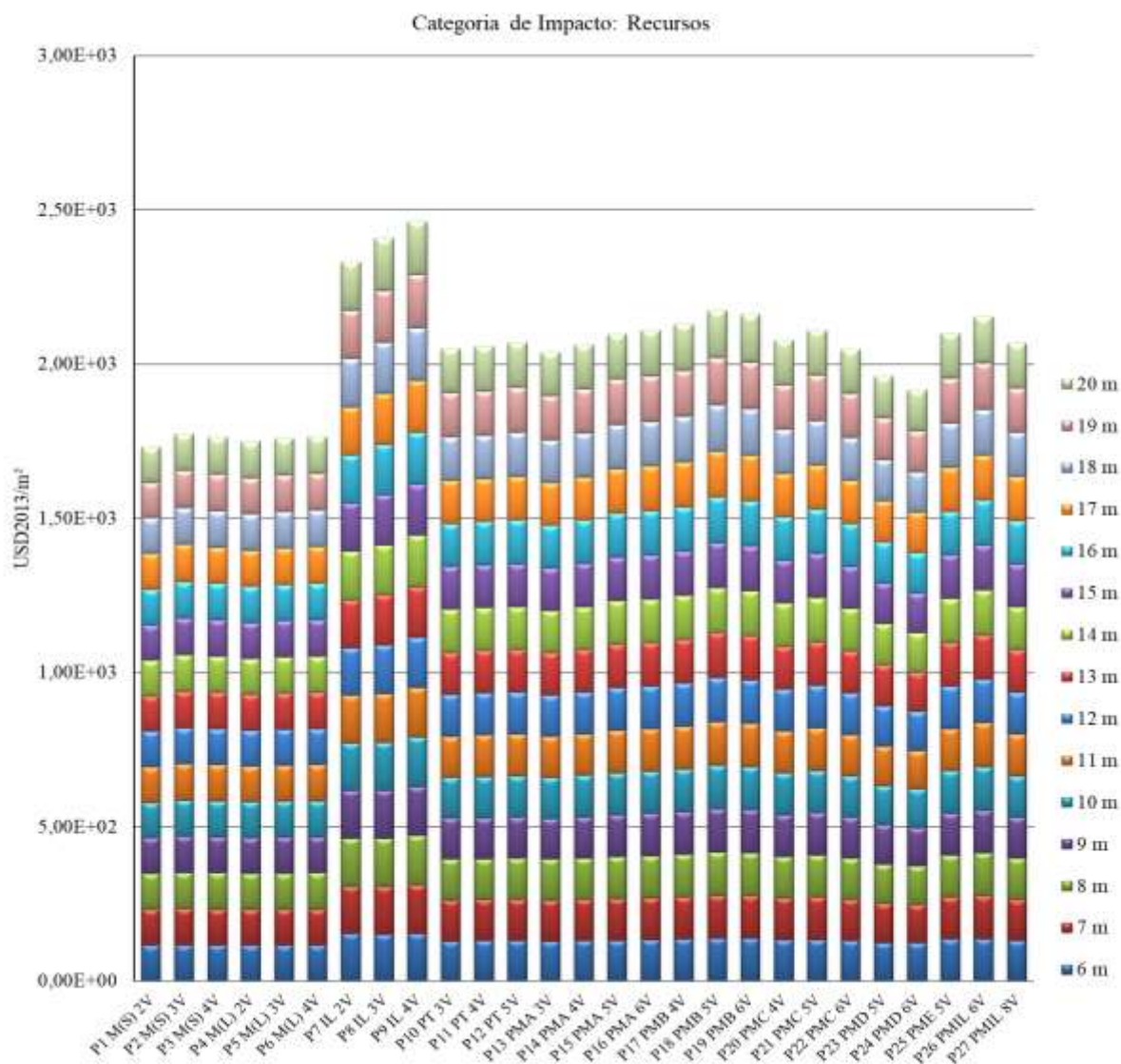


Figura 75 - Índices de impactos aos recursos em USD2013/m² em todas as pontes analisadas
 Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Referente aos índices apontados nessa apreciação comparativa, a análise do gráfico indica como pontes que mais impactam nos custos excedentes da futura produção de recursos ao longo de um período infinito, em USD2013/m², aquelas moldadas *in loco*, com destaque para as pontes em concreto armado moldadas *in loco* do modelo P9 IL 4V, com os piores resultados quanto ao desempenho na categoria impacto aos recursos, e variação de 1,55E+02 USD2013/m² (6m) a 1,73E+02 USD2013/m² (19m e 20m). As pontes com melhor desempenho são apontadas como aquelas pontes mistas aço/concreto do modelo P1 M(S) 2V, e seu índice varia de 1,15E+02 USD2013/m² (9m; 10m; 11m; 12m; 13m; 14m; 15m; 16m; 18m; 19m e 20m) a 1,17E+02 USD2013/m² (6m e 17m).

Na Figura 76, apresentam-se os resultados da categoria de impacto à saúde humana, analisados em todas as pontes do estudo.

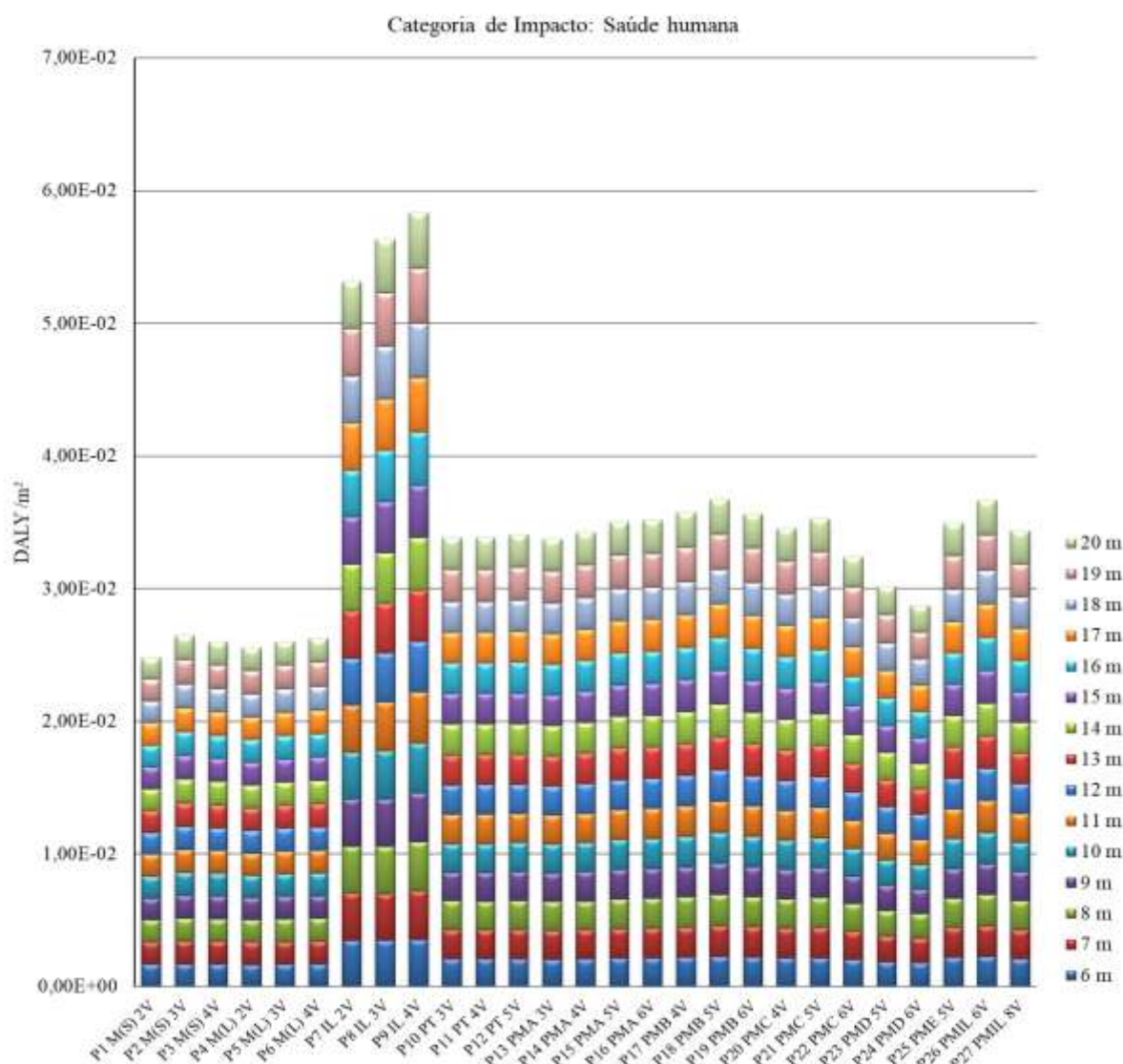


Figura 76 - Índices de impactos à saúde humana em DALY/m² em todas as pontes analisadas

Fonte: Produzido pelo autor (2019)

O gráfico mostra os índices na apreciação comparativa, confirmando que as pontes que mais impactam no número de anos de vida perdidos e o número de anos vividos com deficiência expressos em DALY/m² são as pontes moldadas *in loco*, especialmente as pontes em concreto armado moldadas *in loco* do modelo P9 IL 4V, que têm os piores resultados relacionados ao desempenho na categoria impacto da saúde humana, variando de 3,56E-03 DALY/m² (6m) a 4,19E-03 DALY/m² (20m). Já as pontes com melhor desempenho indicadas

pelo estudo são as pontes mistas aço/concreto do modelo P1 M(S) 2V, cujos índices variam de $1,63E-03$ DALY/m² (18m; 19m e 20m) a $1,73E-03$ DALY/m² (17m).

6.1.2 Análise de sensibilidade com aplicação de outros métodos de caracterização de impactos ambientais

Com objetivo de validar os resultados obtidos na metodologia ReCiPe, neste item apresentamos os dados obtidos com a aplicação de dois métodos que também são utilizados na caracterização de impactos ambientais, sendo os métodos europeus IMPACT 2002+V2.14 e ILCD 2011 Midpoint + V1.10 e o método americano americano BEES + V4.07 USA.

Na Figura 77 apresentamos os resultados finais de pontuação única para o método IMPACT 2002

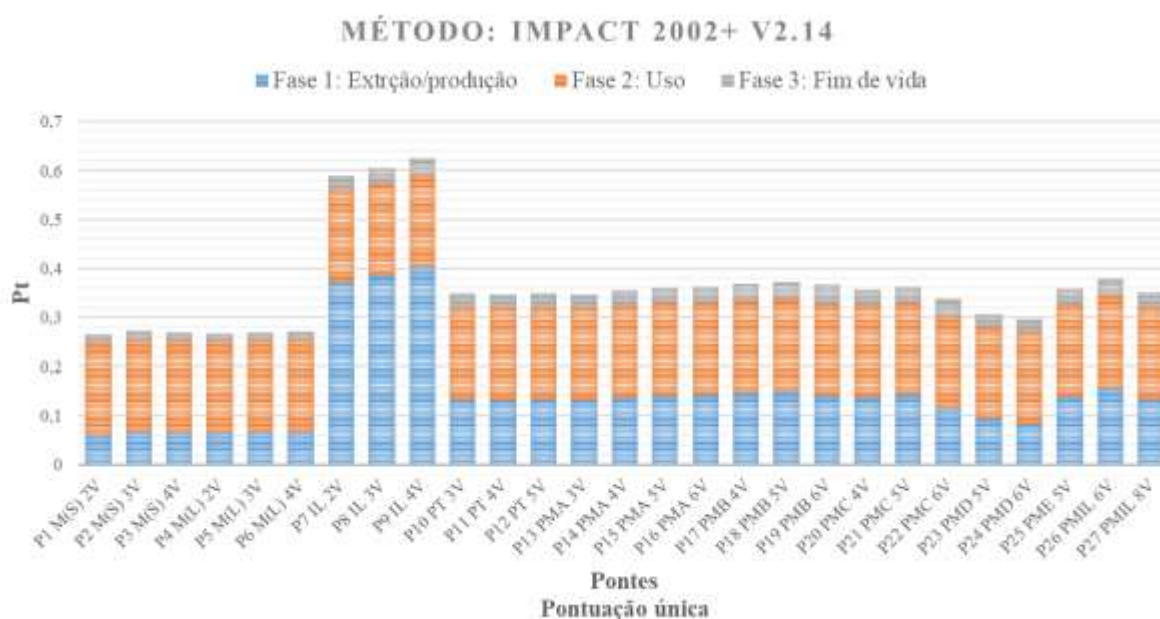


Figura 77 - Índices de impactos de pontuação única para o método IMPACT 2002, no ciclo de vida das pontes com 10 metros de vão.

Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Avaliando os resultados gerados pelo método IMPACT 2002+ 12.14 apresenta o menor indicador de pontuação única para todo o ciclo de vida da superestrutura da ponte, o modelo de ponte mista aço/concreto P1 M(S) 2V de duas vigas metálicas. Os resultados apresentados por este método indicam a mesma ponte modelada na metodologia ReCiPe como sendo a que menos causa impacto ambiental.

Na Figura 78 apresentam-se os resultados finais de pontuação única para o método europeu ILCD 2011 Midpoint + V1.10

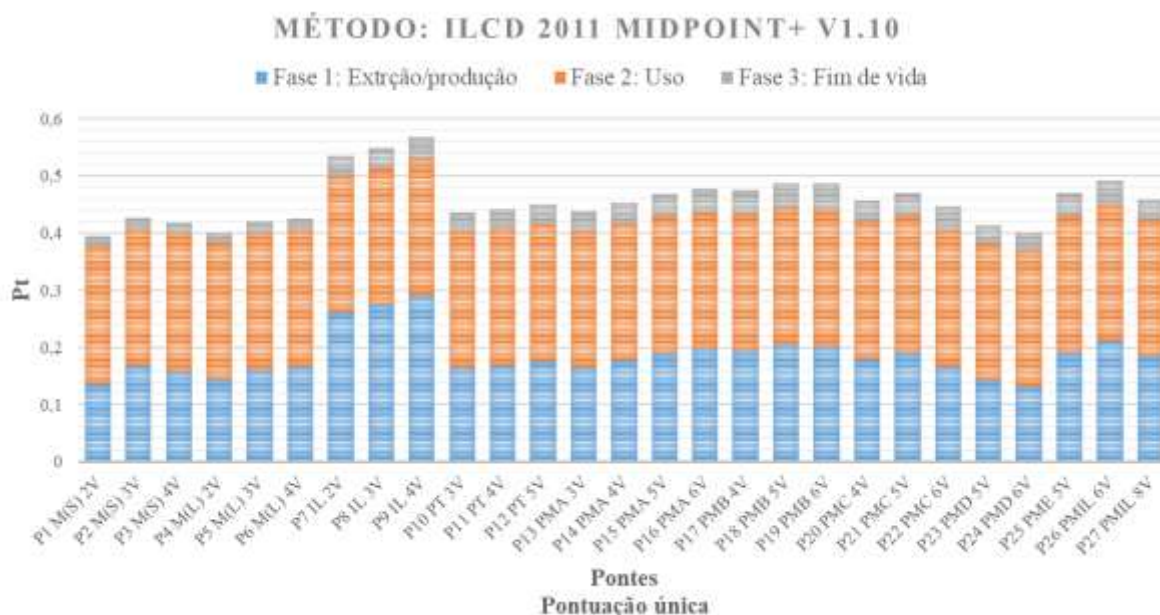


Figura 78 - Índices de impactos de pontuação única para o método ILCD 2011, no ciclo de vida das pontes com 10 metros de vão.

Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Analisando os dados apresentados no gráfico, gerados pelo método ILCD 2011+ V1.10, apresenta o menor indicador de pontuação única o modelo de ponte mista aço/concreto P1 M(S) 2V de duas vigas. Os resultados exibidos por este método indicam a mesma ponte P1 M(S) modelada na metodologia ReCiPe como sendo a que menos causa impacto ambiental.

Na Figura 79 apresentam-se os resultados finais de pontuação única para o método BEES + V4.07 USA.

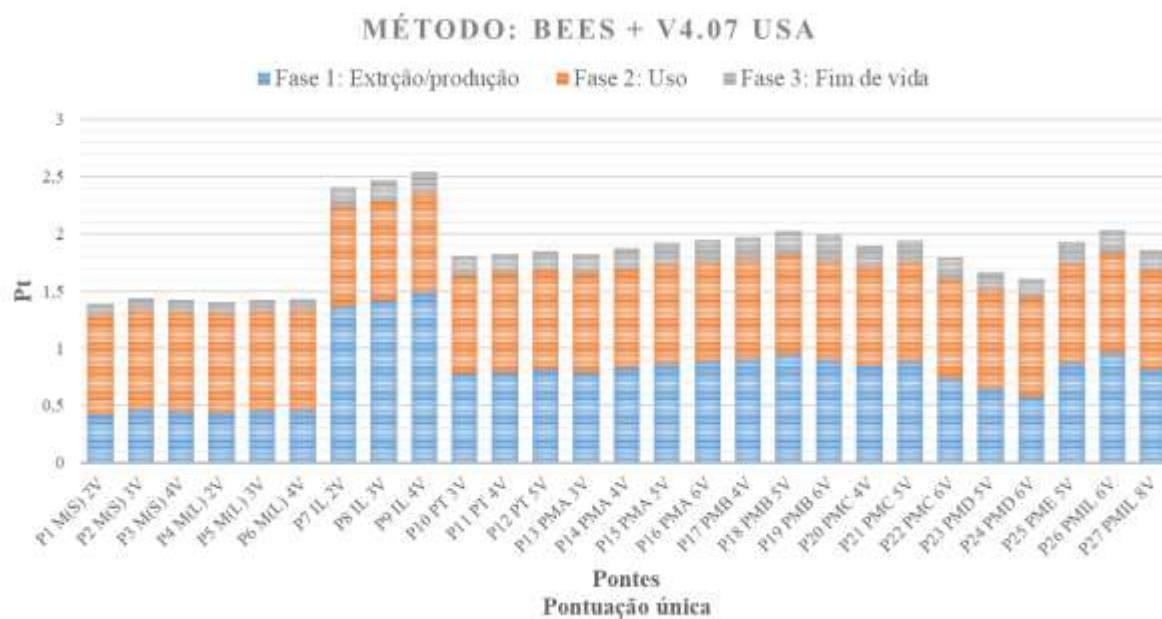


Figura 79 - Índices de impactos de pontuação única para o método BEES + V4.07 USA, no ciclo de vida das pontes com 10 metros de vão.

Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Interpretando os dados do gráfico, gerados pelo método BEES + V4.07 USA, proporciona o menor indicador de pontuação única o modelo de ponte mista aço/concreto P1 M(S) 2V. Os resultados expostos por este método indicam que a ponte P1 M(S), modelada na metodologia ReCiPe, também apresenta a mesma ponte como a que menos causa impacto ambiental.

Após a comparação dos resultados obtidos pelos métodos aplicados no inventário do ciclo de vida das superestruturas das pontes pode-se confirmar os resultados como indicando a mesma ponte mista aço/concreto com duas vigas metálicas P1 M(S) 2V como sendo a que causa menos impactos no meio ambiente.

6.2 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DOS ELEMENTOS CONSTITUINTES DAS PONTES

A avaliação ambiental é feita individualmente para cada ponte e é feita em função das características de projeto e processos construtivos adotados na ACV. Tendo em vista a quantidade de 405 pontes analisadas, foi necessário escolher um modelo para apresentar os resultados individuais dos elementos constituintes das superestruturas das pontes.

Para a escolha, adotou-se os seguintes critérios: na escolha da tipologia, optou-se pelo modelo que apresenta menores índices e conseqüentemente causam menos impactos

ambientais, que, nesse caso, são as pontes mistas aço/concreto do modelo P1 M(S) 2V. Também se faz necessário escolher um comprimento entre 6 metros e 20 metros, então, para essa seleção, efetuou-se um levantamento sobre a quantidade de pontes executadas nos últimos anos no estado do Paraná, delimitando um período de 2011 a 2018, com 304 pontes num total de 3227 vigas com comprimento total de 31.603 metros de vigas, conforme convênios firmados pelo governo estadual com os municípios, com média dos vãos das pontes executadas em aproximadamente 10 metros, sendo esse comprimento adotado. Os dados estão disponibilizados na página web do estado do Paraná.

6.2.1 Fases do ciclo de vida das pontes – modelo mista aço/concreto

Nesta etapa, são analisadas todas as fases do ciclo de vida para pontes, ou seja, fase 1, execução/produção e construção; fase 2, uso, e fase 3, fim de vida. Na Figura 80, apresentam-se os resultados da ponte mista aço/concreto P1 MS 2V para o vão de 10m, avaliadas nas 18 categorias de caracterização de impacto no ponto médio (midpoint). E, na Figura 81, apresentam-se os resultados da ponte mista P1 MS 2V para o vão de 10m, sendo avaliada na categoria de danos nas três categorias e em todas as fases do ciclo de vida.

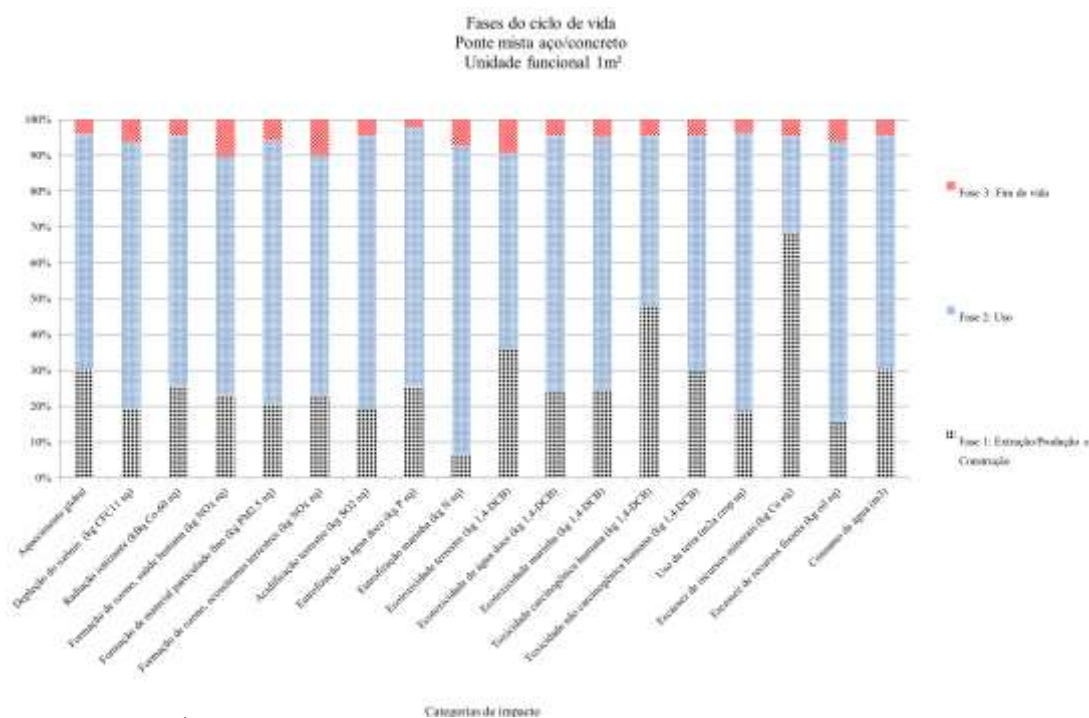


Figura 80 - Índices da categoria de impacto em todo o ciclo de vida para a ponte P1 MS 2V
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Analisando os índices do gráfico, é notável que a fase 2 (uso) é a que mais causa impacto, com ressalva na categoria de escassez de recursos minerais. Na fase 1, extração/produção e construção, na categoria eutrofização marinha, ocorre menos impacto do que na fase 3, sendo que, em todas as demais categorias, acaba ocorrendo mais impactos, tornando a fase 3 aquela que apresenta menores índices.

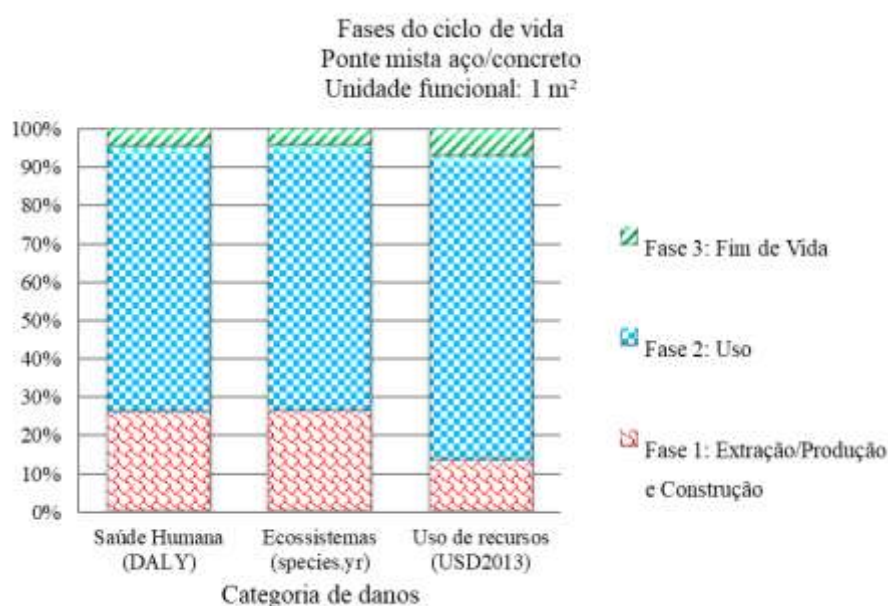


Figura 81 - Índices da categoria de danos em todo o ciclo de vida para a ponte P1 MS 2V
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Avaliando os índices apontados, constata-se que a fase de uso predomina em todas as categorias. Para as categorias de impacto de saúde humana e ecossistemas, durante todas as fases do ciclo de vida, percebe-se um comportamento similar: para a fase 1, é de 26%; na fase 2, de 70%; e, na fase 3, é de 4%. Na categoria de uso de recursos, há uma variação comparada às demais, demonstrando que há um maior gasto de recursos na fase de uso, atingindo 80%.

6.2.1.1 Fase 1: Extração/Produção e construção

A fase 1 contempla toda as etapas de extração de matéria prima da natureza, produção de materiais e elementos pré-fabricados e a fase de construção da ponte, sendo a avaliação feita em função do inventário. Conforme análise do inventário, a Figura 82 apresenta os índices referentes a todas as categorias de impactos (*midpoint*) da fase 1 para os elementos constituintes da ponte P1 MS 2V com vão de 10m e para a unidade funcional de 1 m².

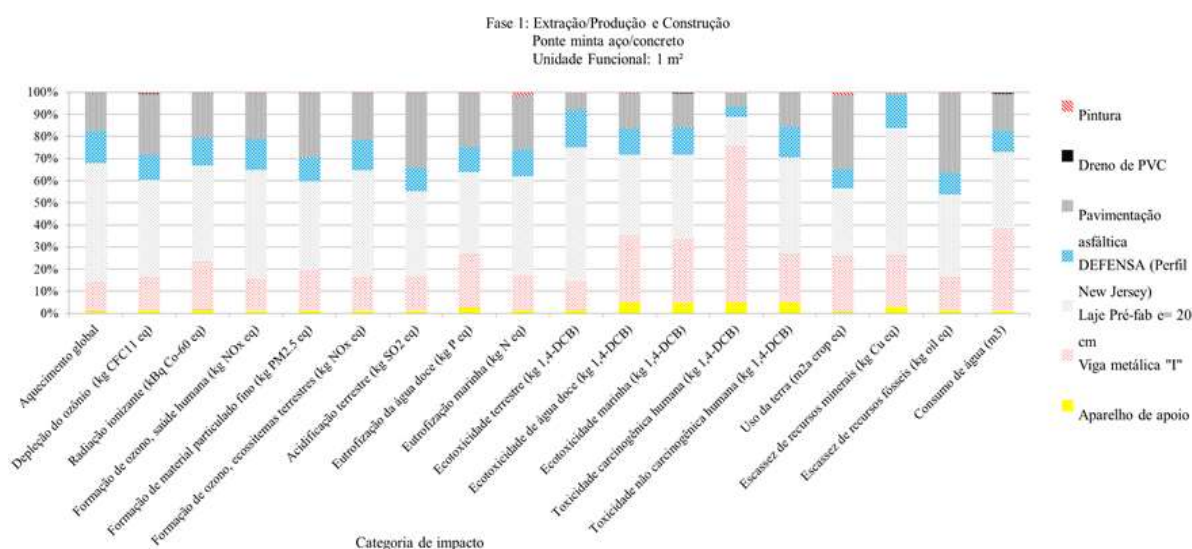


Figura 82 - Índices da fase 1 para a ponte P1 MS 2V
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Avaliando a Figura 82, observa-se que a laje pré-fabricada é o elemento que mais gera impacto, somente na categoria toxicidade não carcinogênica humana fica atrás da viga metálica. A pavimentação asfáltica também é um grande gerador de impacto e a que menos causa impacto é o dreno.

Na Figura 83, apresentam-se os índices referentes a todas as categorias de danos (*endpoint*) dos elementos constituintes da ponte mista P1 MS 2V na fase 1, que é a fase de extração/produção e construção.

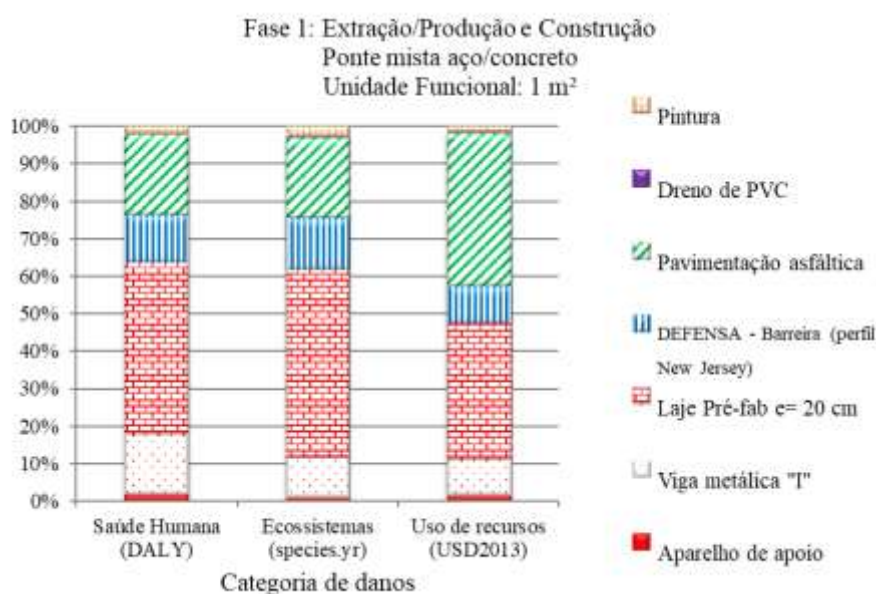


Figura 83 - Índices da fase 1 para a ponte mista P1 MS 2V avaliando a categoria de danos
Fonte: Produzido pelo autor (2019).

Com a análise desses resultados, observa-se que os elementos que mais geram impactos em todas as categorias são as lajes pré-fabricadas, seguidos das vigas metálicas, pavimentação asfáltica e a defesa. Os demais produtos apresentam uma porcentagem muito baixa quando comparado com os demais: na categoria saúde humana, verifica-se que o produto que mais impacta nessa categoria é a laje pré-fabricada, com 46%; em seguida, a pavimentação asfáltica, com 22%; as vigas metálicas, com 16%; e, a defesa, com 13%. Na categoria de danos aos ecossistemas, verifica-se que o produto que mais impacta também é a laje pré-fabricada, com 50%; em seguida, a pavimentação asfáltica, com 22%; as vigas metálicas, com 11%; e a defesa, tendo 14% de emissões. Na categoria uso de recursos, verifica-se que o produto que mais impacta é a pavimentação asfáltica, com 41%; em seguida, a laje pré-fabricada, tendo 37%; a defesa, possuindo 10%; e as vigas metálicas, com 9%.

6.2.1.2 Fase 2: Uso

A fase 2, de uso da ponte, engloba todo o tempo em que a ponte vai estar em pleno funcionamento, neste caso, 100 anos. Nesse tempo, estão inclusas a pintura, a limpeza, as vistorias e a substituição da pavimentação asfáltica, sendo mensurada com dados obtidos através de entrevistas nos órgãos governamentais (DNIT).

Na Figura 84, apresenta-se a avaliação de todas as categorias de impacto para a ponte P1 MS 2V na fase 2, de uso.

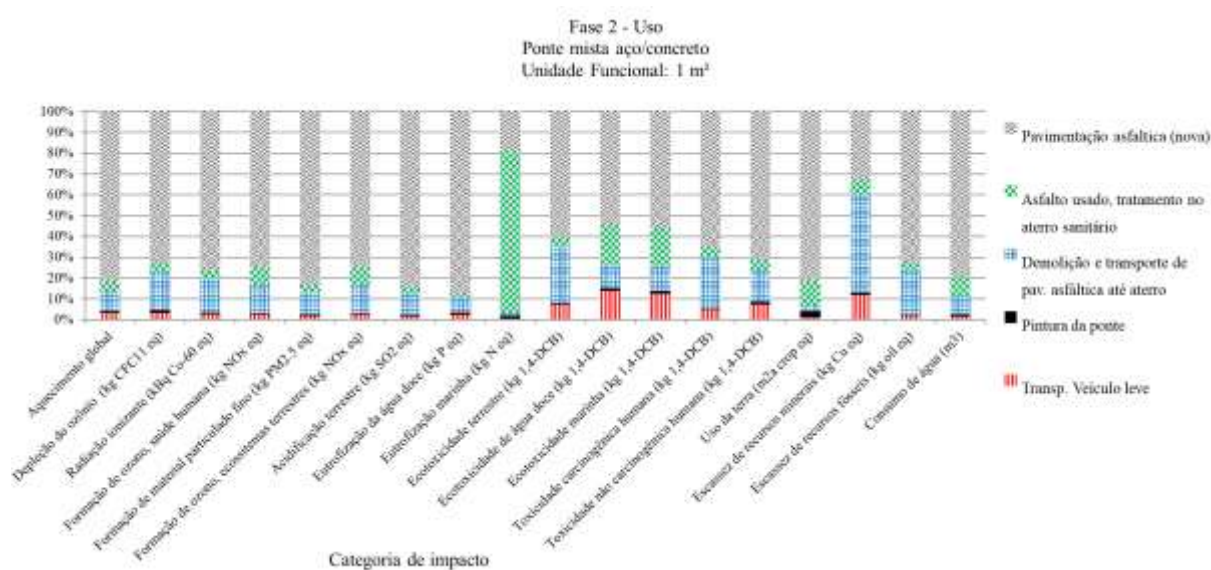


Figura 84 - Índices da fase 2 para a ponte P1 MS 2V avaliando a categoria de impactos
Fonte: Produzido pelo autor (2019).

Conforme os dados da Figura 80, o material que mais causa impacto é predominantemente a pavimentação asfáltica. Somente na categoria eutrofização marinha o tratamento do asfalto no aterro sanitário é o maior causador de impacto. A demolição do asfalto aparece logo em seguida, como segundo maior causador. E que menos causa impacto é a pintura.

Ainda no que refere à fase 2, na Figura 85, apresenta-se a avaliação dos danos gerados nos produtos avaliados durante esse processo.

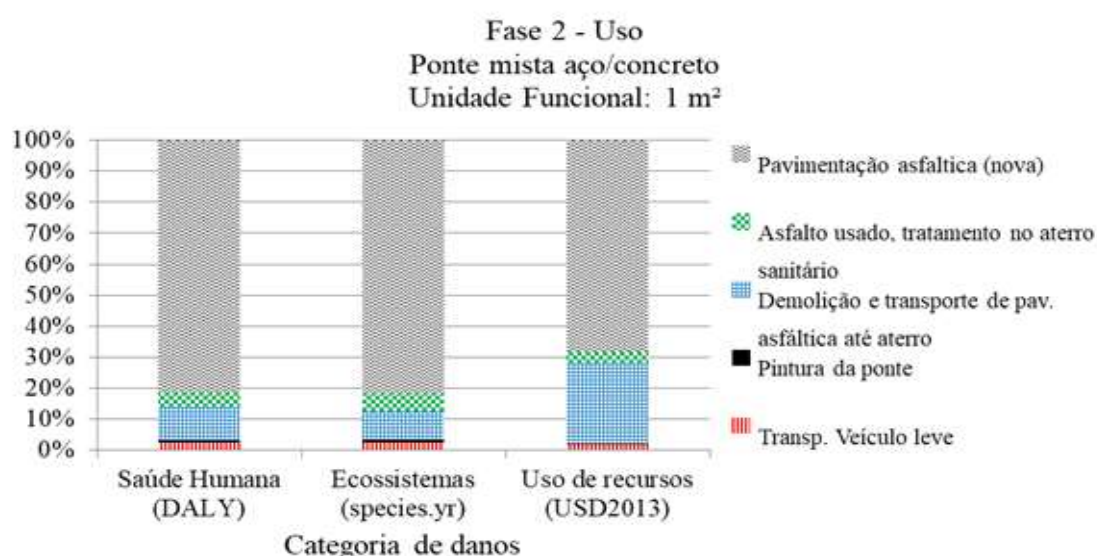


Figura 85 - Índices da fase 2 para a ponte P1 MS 2V avaliando a categoria de danos
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Os resultados confirmam que, na categoria saúde humana, o produto que mais impacta é a pavimentação asfáltica, com 81%; em seguida, a demolição e o transporte da pavimentação asfáltica até o aterro, com 11%; e o tratamento do asfalto usado no aterro sanitário, com índice de 4%. Na categoria ecossistemas, verifica-se que o produto que mais impacta é também a pavimentação asfáltica, com 82%; em seguida, a demolição e o transporte da pavimentação asfáltica até o aterro, com 9%; e o tratamento do asfalto usado no aterro sanitário, tendo 6%. Na categoria uso de recursos, verifica-se que o produto que mais impacta é a pavimentação asfáltica, com 68%; em seguida, a demolição e o transporte da pavimentação asfáltica até o aterro, com 26%; e o tratamento do asfalto usado no aterro sanitário, apontado em 3%.

6.2.1.3 Fase 3: Fim de vida

A fase 3 contempla o fim de vida da ponte, avaliando o processo de demolição e descarte dos resíduos, identificando os materiais para reuso ou reciclagem e a sua destinação. Na Figura 86, apresenta-se a avaliação de impacto na fase 3 para a ponte mista aço/concreto P1 MS 2V.

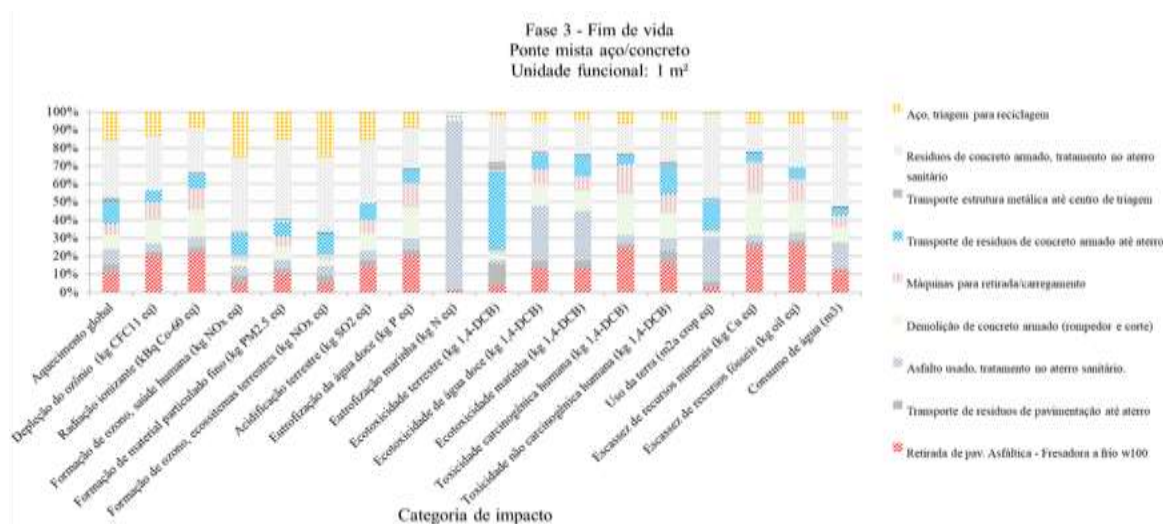


Figura 86 - Índices da fase 3 para a ponte P1 MS 2V avaliando a categoria de impactos
Fonte: Produzido pelo autor (2019).

Observa-se que, no resíduo do concreto armado, o seu tratamento no aterro é o maior emissor de impacto em praticamente todas as categorias, variando na categoria eutrofização marinha, em que o transporte de resíduos da pavimentação assume o maior índice.

Na Figura 87, apresentam-se os índices da categoria de danos obtidos durante a avaliação da ponte. Vale ressaltar que essa avaliação, por ser de uma ponte com estrutura metálica, tem dois itens a mais do que as demais pontes, sendo eles o transporte de estrutura metálica até o centro de triagem, e o seu processo para reciclagem.

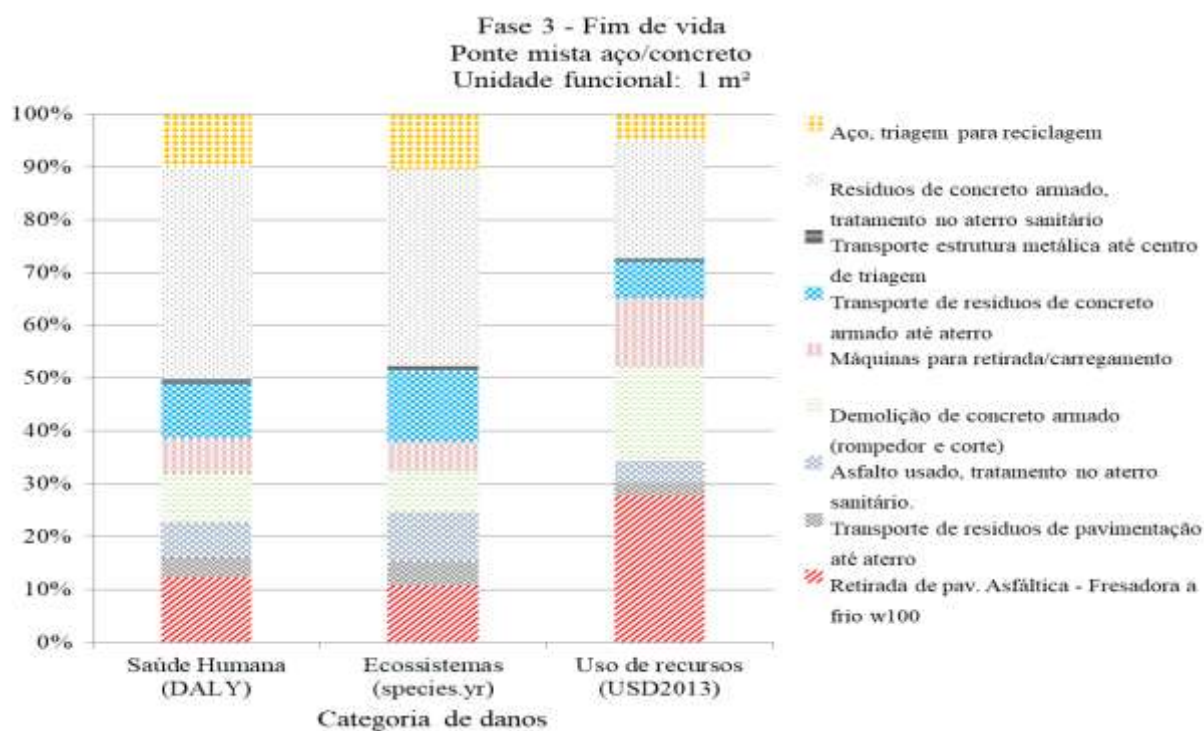


Figura 87 - Índices da fase 3 para a ponte P1 MS 2V avaliando a categoria de danos
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Na avaliação da categoria danos à saúde humana, verifica-se que o produto que mais impacta em número de anos de vida perdidos e o número de anos vividos com deficiência, expressa na unidade DALY/m², é o tratamento do concreto armado no aterro sanitário com 40,21%, e o que apresenta menor índice comparado aos demais é o transporte da estrutura metálica até o centro de triagem, com 0,72%. Na categoria ecossistemas, os resultados mostram que o produto que mais impacta, em danos as species.yr/m², é o tratamento do concreto armado no aterro sanitário, com 37,44%, e o que apresenta menor índice, quando comparado aos demais, é o transporte da estrutura metálica até o centro de triagem com 0,92%, muito similar às porcentagens obtidas na avaliação do impacto à saúde humana. Para a categoria uso de recursos, verifica-se que o produto que mais impacta, em USD2013/m², é a retirada de pavimentação asfáltica, com 27,84%, e a categoria que apresenta o menor índice continua sendo o transporte da estrutura metálica até o centro de triagem, com 0,48%.

6.3 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DOS ELEMENTOS CONSTITUINTES DAS PONTES

Nesta seção, apresenta-se a avaliação ambiental na categoria de danos (*endpoint*) dos elementos constituintes da ponte mista aço/concreto para o modelo P1 MS 2V.

6.3.1 Aparelho de apoio

Na Figura 88, apresenta-se o resultado da avaliação do processo do aparelho de apoio Neoprene para a categoria de danos (*endpoint*).

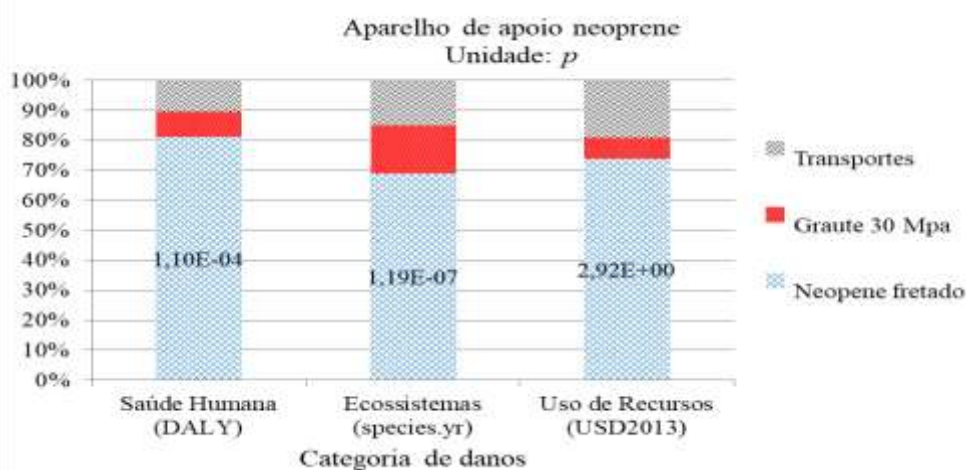


Figura 88 - Índices do aparelho de apoio Neoprene avaliando a categoria de danos
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Analisando os índices apontados nessa avaliação de danos, verifica-se que o Neoprene fretado é o que causa maior impacto em todas as categorias, alcançando, na categoria saúde humana, a ordem de $1,10E-04$ DALY/ p na categoria ecossistema, com o valor de $1,19E-07$ species.yr/ p , e de USD2013/ p na categoria recursos.

6.3.2 Vigas metálicas

A Figura 89 apresenta o resultado da avaliação do processo das vigas metálicas para a categoria de danos (*endpoint*).

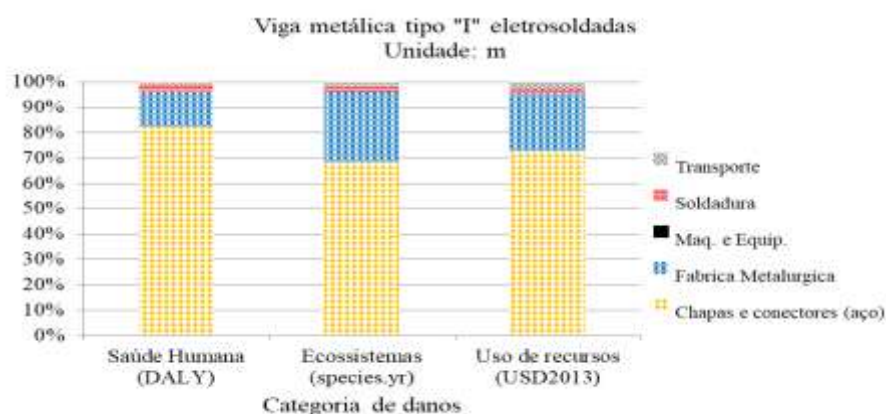


Figura 89 - Índices da viga metálica avaliando a categoria de danos
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Os índices apontados nessa avaliação de danos confirmam que na categoria saúde humana o item que mais impacta consiste nas chapas e conectores de aço na ordem de $2,78E-04$ DALY/m², atingindo 81% do total. Já o item que menos causa impacto é o transporte, no valor de $3,09E-06$ DALY/m². Na categoria ecossistema, como maior dano, mantêm-se as chapas e os conectores, com o valor de $3,39E-07$ species.yr/m² atingindo 71%; o menor índice são os transportes, com $7,69E-09$ species.yr/m².

Para a categoria recursos, mensurada em USD2013/m², o item que mais causa impacto continua sendo as chapas e os conectores, na ordem de $5,16$ USD2013/m²; e o item que menos causa impacto consiste nas máquinas e nos equipamentos, no valor de $1,35E-03$ USD2013/m². Avaliando os resultados, é predominante nas três categorias de impacto que as chapas aço e os conectores são os maiores emissores e, em seguida, a fábrica metalúrgica.

6.3.3 Comparação entre lajes moldadas *in loco* e pré-fabricadas

Na Figura 90, apresenta-se o resultado da avaliação entre as lajes moldadas *in loco* e as lajes pré-fabricadas para a categoria de danos (*endpoint*).

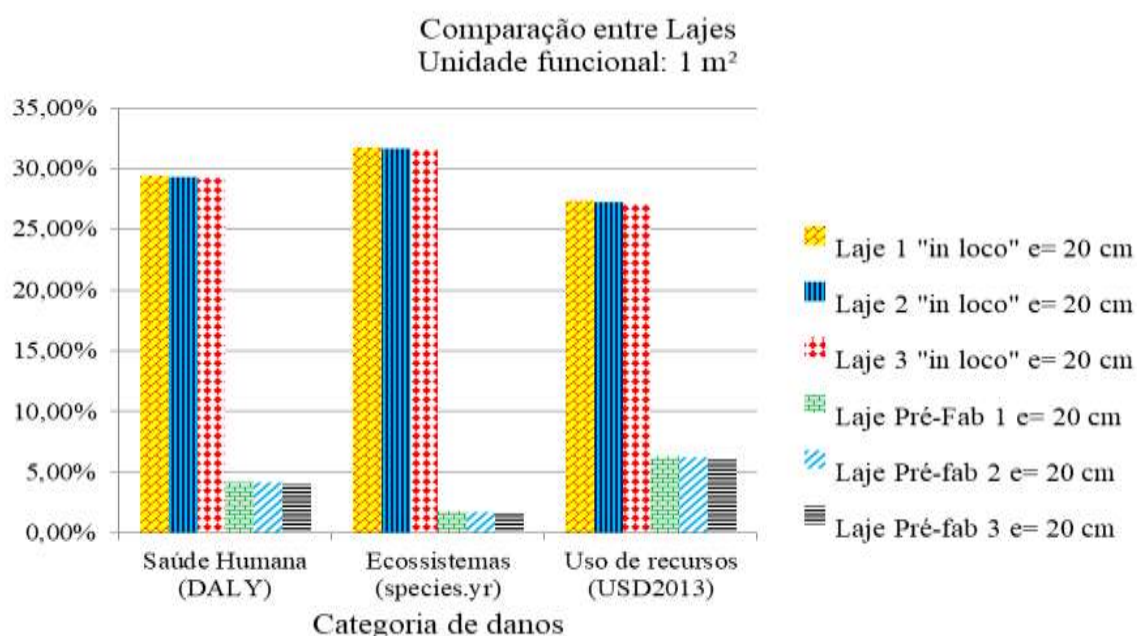


Figura 90 - Índices das lajes avaliadas na categoria de danos
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Observando-se o gráfico, os índices apontados nessa apreciação comparativa confirmam que as lajes que mais impactam na categoria de danos à saúde humana, ao ecossistema e ao uso de recursos são as lajes *in loco*.

6.3.4 Pavimentação asfáltica

A Figura 91 apresenta o resultado da avaliação do processo de pavimentação asfáltica para a categoria de danos (*endpoint*).

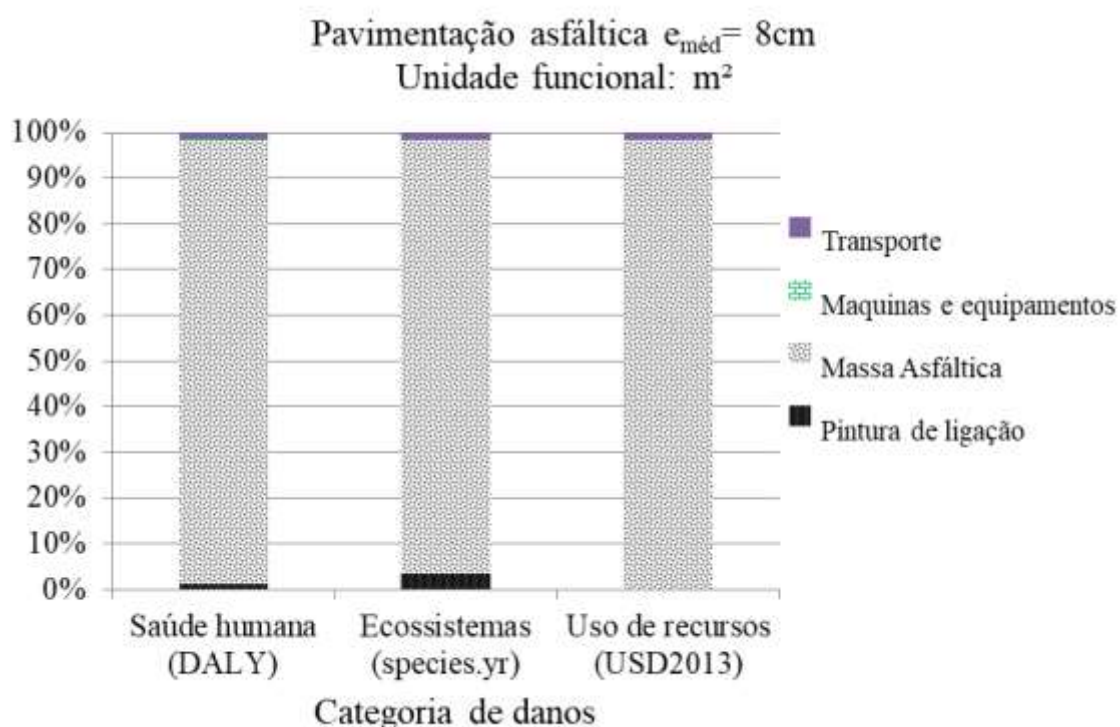


Figura 91 - Índices da pavimentação asfáltica avaliada na categoria de danos
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Os índices apontados nessa avaliação de danos evidenciam que, na categoria saúde humana, o item que mais impacta é a massa asfáltica, atingindo 97,34%. Na categoria ecossistema, a massa asfáltica atinge 94,85% do total avaliado. Para a categoria recursos, mensurada em USD2013/ m^2 , o item que mais causa impacto continua sendo a massa asfáltica, na ordem de 97,95% do total.

6.3.5 Defesa

A Figura 92 apresenta o resultado da avaliação no processo da defesa (barreira New Jersey) para a categoria de danos (*endpoint*).

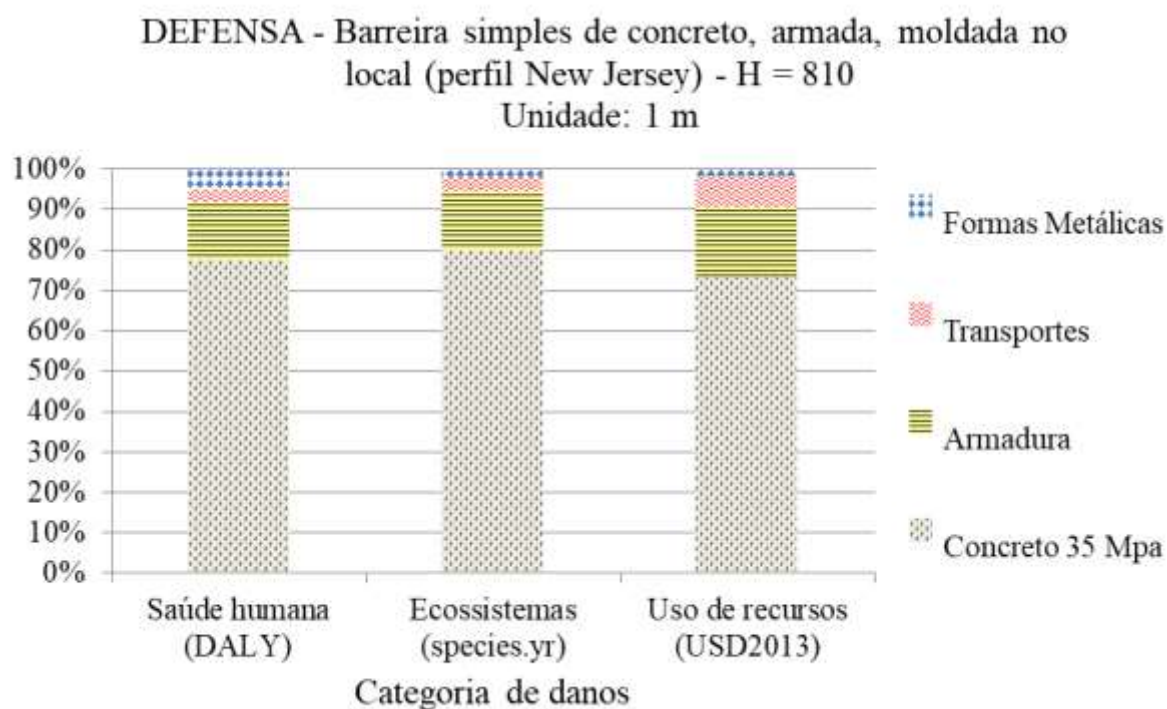


Figura 92 - Índices da defesa avaliadas na categoria de danos
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

A análise dos índices apontados nessa avaliação de danos permite a constatação de que, na categoria saúde humana, o item que mais impacta é concreto 35 MPa, atingindo 77,54% dos danos. Os demais itens apresentam resultados inferiores a 15%, e o que menos causa impacto é o dos transportes, na ordem de 3,19%. Na categoria ecossistema, mantém-se o concreto, com o valor de 80,04% do total avaliado. Para a categoria recursos, mensurada em USD2013/m², o item que mais causa impacto continua sendo o concreto 35 MPa, na ordem de 73,45% do total.

6.3.6 Drenos

Na Figura 93, apresenta-se o resultado da avaliação no processo do dreno PVC para a categoria de danos (*endpoint*).

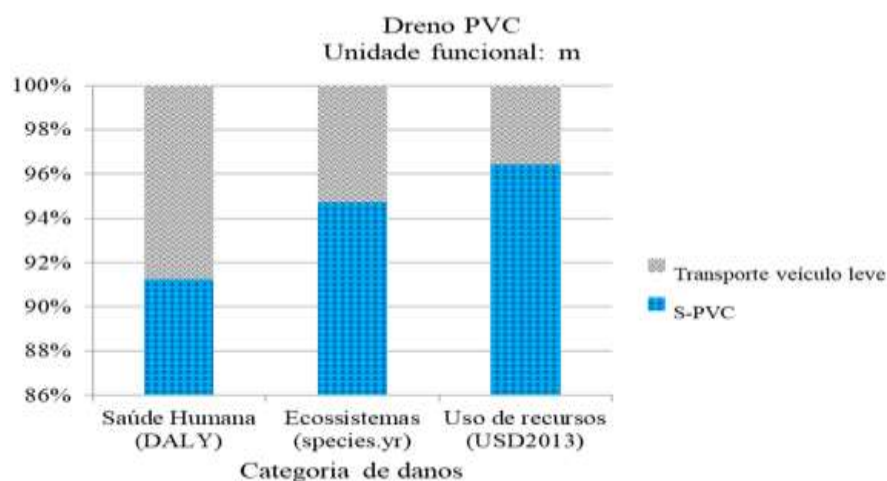


Figura 93 - Índices da defesa avaliadas na categoria de danos
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Observa-se, no gráfico, que os índices apontados nessa avaliação de danos evidenciam que, na categoria saúde humana, o item que mais impacta é o S-PVC, atingindo 91,23%. Nas categorias ecossistema e uso de recursos, se mantem o S-PVC, com índices de 94,70% e 96,40% do total avaliado.

6.3.7 Pintura

A Figura 94 apresenta o resultado da avaliação no processo de pintura para a categoria de danos (*endpoint*).

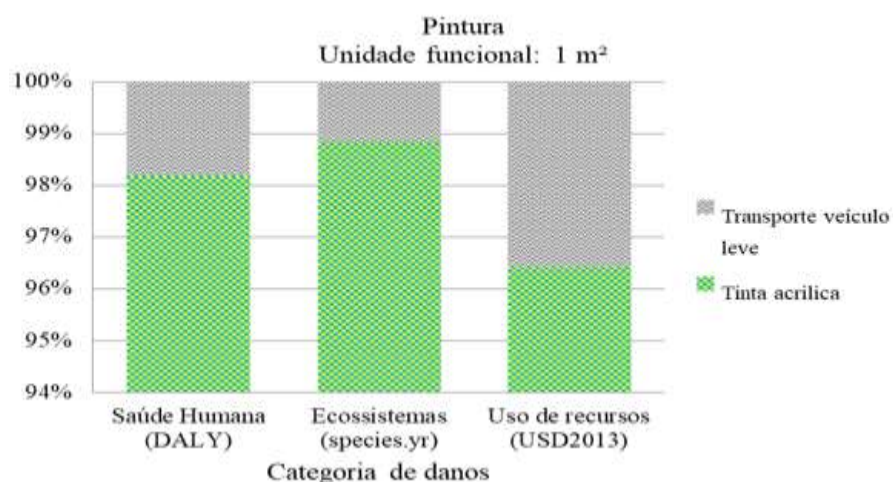


Figura 94 - Índices da pintura avaliadas na categoria de danos
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

A avaliação de danos aponta os índices conforme o gráfico, confirmando-se que, na categoria saúde humana, o item que mais impacta é a tinta acrílica, atingindo 98,18% das emissões; o que menos causa impacto é o transporte de veículo leve, na ordem de 1,82%. Na categoria ecossistema, mantém-se a tinta acrílica, com o índice de 98,85%. Para a categoria recursos, mensurada em USD2013/m², o item que mais causa impacto continua sendo a tinta acrílica, na ordem de 96,41% do total avaliado em emissões.

6.4 PRODUTOS E PROCESSOS COMPLEMENTARES

Nesse item, é apresentada a avaliação ambiental na categoria de dano para processos e produtos complementares que compõem os elementos constituintes das pontes.

6.4.1 Produção de concreto 35 MPa em central dosadora

Na Figura 95, apresenta-se o resultado da avaliação no processo da produção de concreto na categoria de danos; e, na Figura 92, uma comparação entre diversas dosagens de concretos produzidos em várias partes do mundo, ambos no ponto final (*endpoint*).

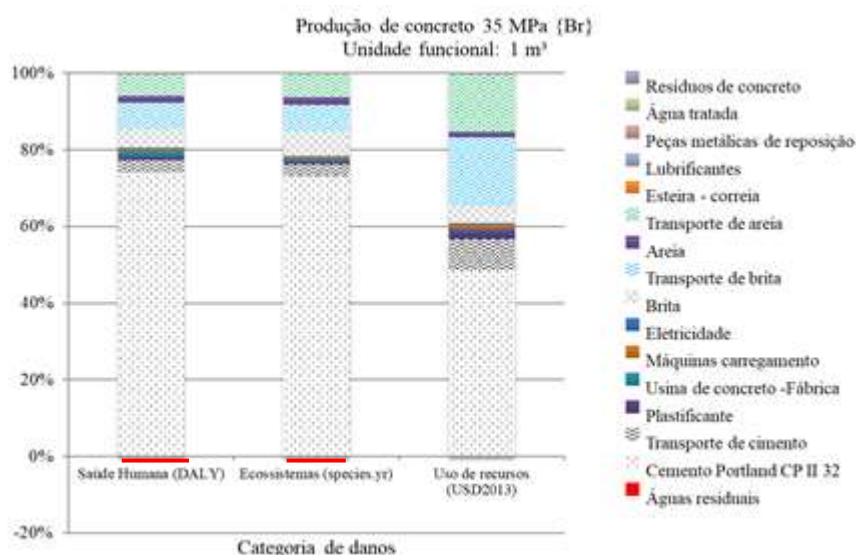


Figura 95 - Índices da produção de concreto na categoria de danos
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Os índices apontados nessa avaliação confirmam que, na categoria saúde humana, o item que mais impacta é o cimento Portland CP II, atingindo 74,11% dos danos. Os demais itens possuem resultados individuais inferiores a 7%, sendo o que as águas residuais tratadas

provocam um desconto nos danos na ordem de -0,004%, contribuindo favoravelmente nessa categoria. Na categoria ecossistema, o maior causador de danos, em species.yr/m^2 , mantém-se o cimento Portland CP II, com o índice de 72,93%. Os demais itens também possuem resultados individuais inferiores a 7%, sendo as águas residuais, na ordem de -0,021% na categoria ecossistema. Para a categoria recursos, mensurada em USD2013/m², o item que mais causa impacto continua sendo o cimento Portland CP II, na ordem de 48,55% do total avaliado em emissões. Os demais itens possuem resultados individuais inferiores a 15%, confirmando-se o que menos causa impacto como as águas residuais, na ordem de 0,0028% na categoria ecossistema.

6.4.1.1 Análise da sensibilidade para diferentes traços de produção do concreto

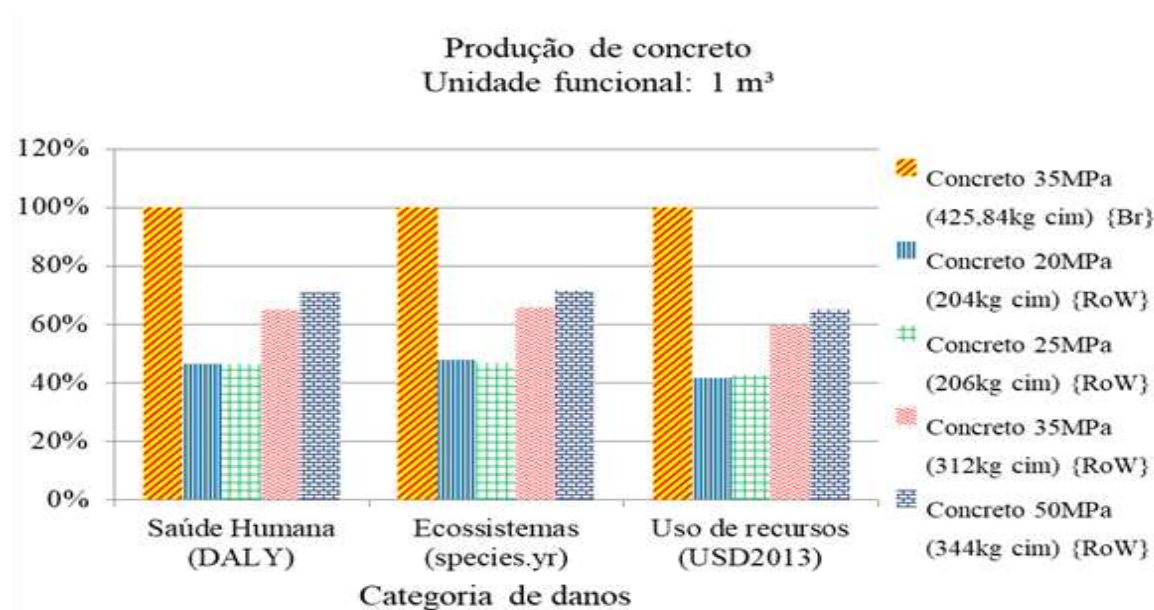


Figura 96 - Índices comparativos entre diversos tipos de dosagem na categoria de danos
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Observando-se o gráfico (Fig. 96), percebe-se que os índices apontados nessa apreciação comparativa indicam as diferentes dosagens de concreto que mais impactam na categoria de danos é o concreto 35 MPa (BR). O concreto 25 MPa {RoW} se destaca como o que menos é causador de danos. Cabe salientar que os danos estão diretamente relacionados com o consumo de cimento para produção de 1 m³ de concreto.

A produção do concreto é um dos itens que mais impactam nas superestruturas de pontes. Com o objetivo de validar os resultados obtidos, elaborou-se uma análise de sensibilidade com a substituição do tipo de concreto para as pontes com 10 metros de vãos,

sendo o concreto da composição do DNIT, utilizado no trabalho, e o concreto da base de dados da Ecoinvent, ambos com resistência esperada de 35 MPa.

Nas Figuras 97, 98 e 99 apresentamos os resultados obtidos na avaliação comparativa entre o concreto 35 MPa considerado nas planilhas do Dnit em relação ao concreto 35 MPa da base do Ecoinvent.

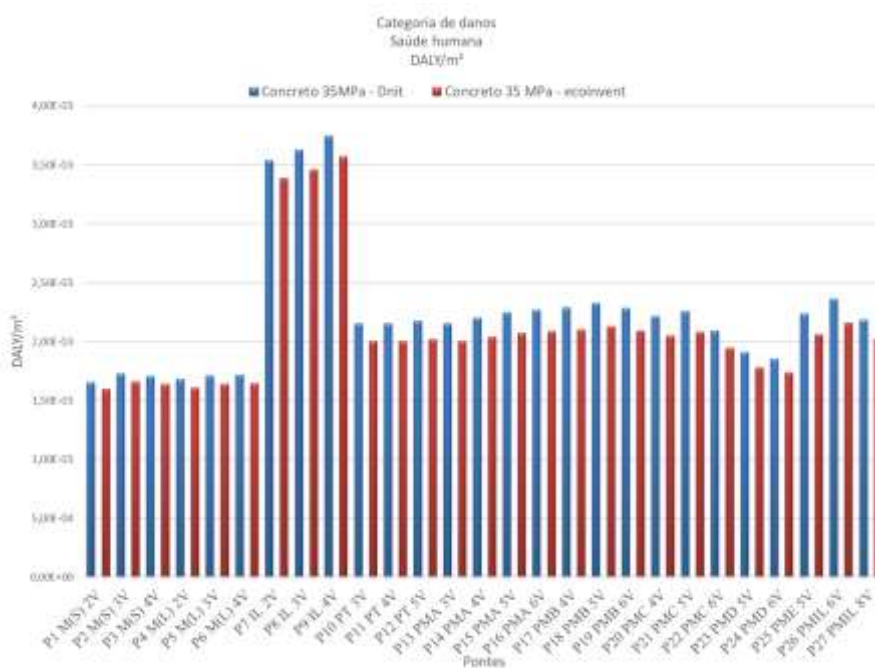


Figura 97 - Índices comparativos de danos a saúde humana proveniente da produção do concreto 35 MPa (DNIT x base Ecoinvent)
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

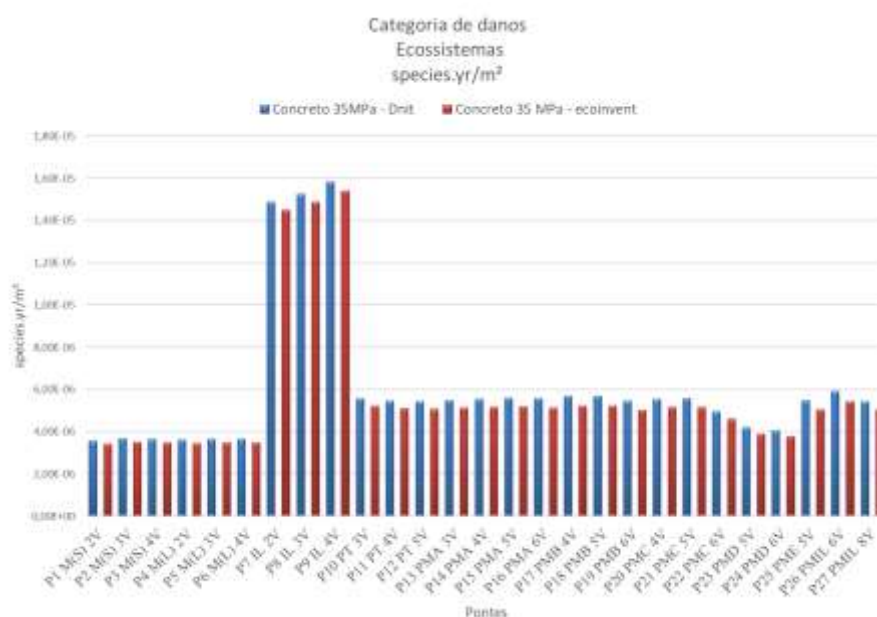


Figura 98 - Índices comparativos de danos aos ecossistemas proveniente da produção do concreto 35 MPa (DNIT x base Ecoinvent)
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

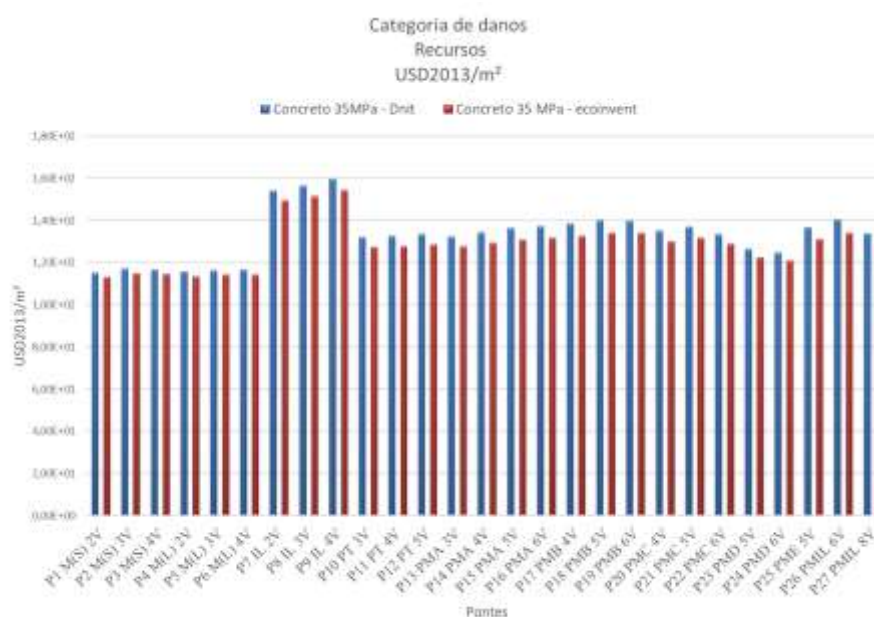


Figura 99 - Índices comparativos de danos aos recursos proveniente da produção do concreto 35 MPa (DNIT x base Ecoinvent)
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Na análise de sensibilidade das três categorias de danos: saúde humana, ecossistemas e recursos, percebeu-se que ocorre uma diminuição dos impactos ambientais quando se usa o concreto da base do Ecoinvent. Porém, o consumo de cimento considerado na base de dados da Ecoinvent de 312 kg/m³ não condiz com os encontrados nas composições de uso do DNIT, que é de 425,84 kg/m³ de cimento Portland CPII. Com a geração dos resultados pode-se observar que a ponte mista aço/concreto P1 M(S) 2V de duas vigas metálicas continua apresentando melhor desempenho ambiental em todas as categorias.

6.4.2 Análise de sensibilidade na comparação entre a matriz energética brasileira com outros países

Na Figura 100, apresenta-se a matriz energética para a produção de concreto de diversos países, comparados com a matriz brasileira na geração de 1 kWh.

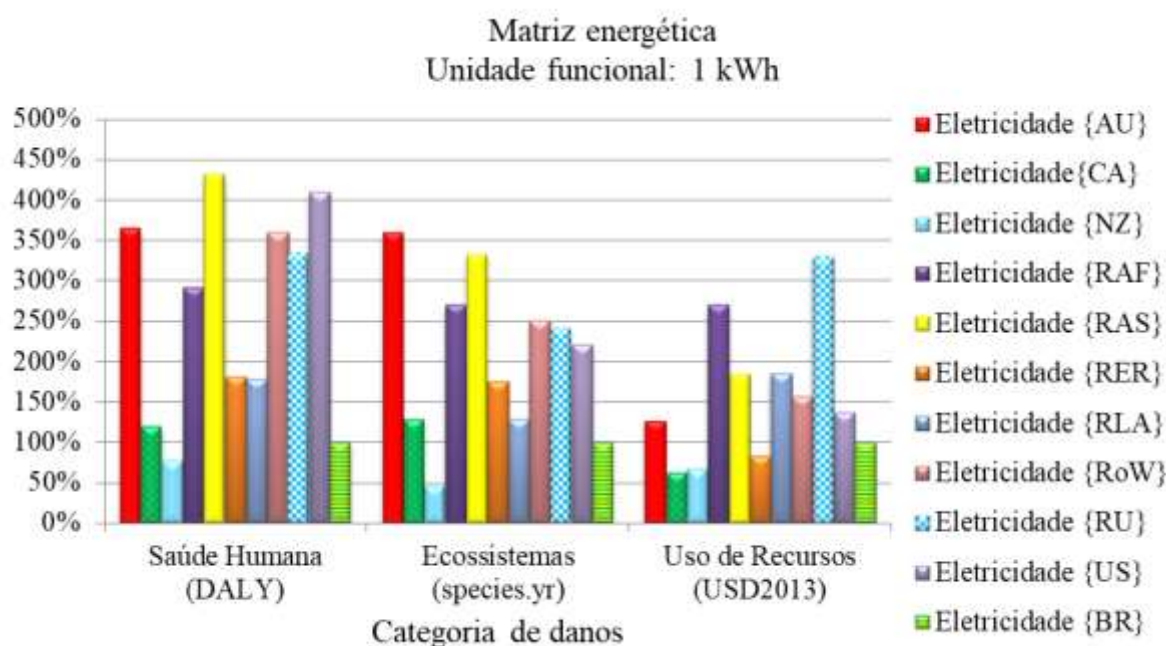


Figura 100 - Índices comparativos entre diversas matrizes energéticas do mundo
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Os índices apontados nessa análise comparativa possibilitam a identificação dos danos para as diferentes matrizes energéticas na produção de 1 kWh de várias regiões do mundo, sendo que a matriz energética brasileira é o ponto de referência, possuindo no gráfico o valor de 100%. Na categoria saúde humana, em que é avaliada em número de anos de vida perdidos e o número de anos vividos com deficiência, expressa na unidade DALY/kWh, destaca-se que a matriz energética da Ásia é a que causa maior impacto quando relacionada com a brasileira, tendo o valor de 432%, e a que causa menos danos é a matriz energética da Nova Zelândia, com seu indicador de 76%. Na categoria ecossistema, avaliada em species.yr/m², a matriz energética que mais causa danos é a da Austrália, com 360%; e a que menos causa danos é a da Nova Zelândia. Para a categoria recursos, avaliada em USD2013, a matriz energética da Rússia é a que consome maior quantidade de recursos, com o índice de 330%, sendo a menor a do Canadá, com 63%.

Na Figura 101, apresenta-se a comparação de consumo de energia para produção de 1 m³ de concreto no Brasil com a média do resto do mundo.

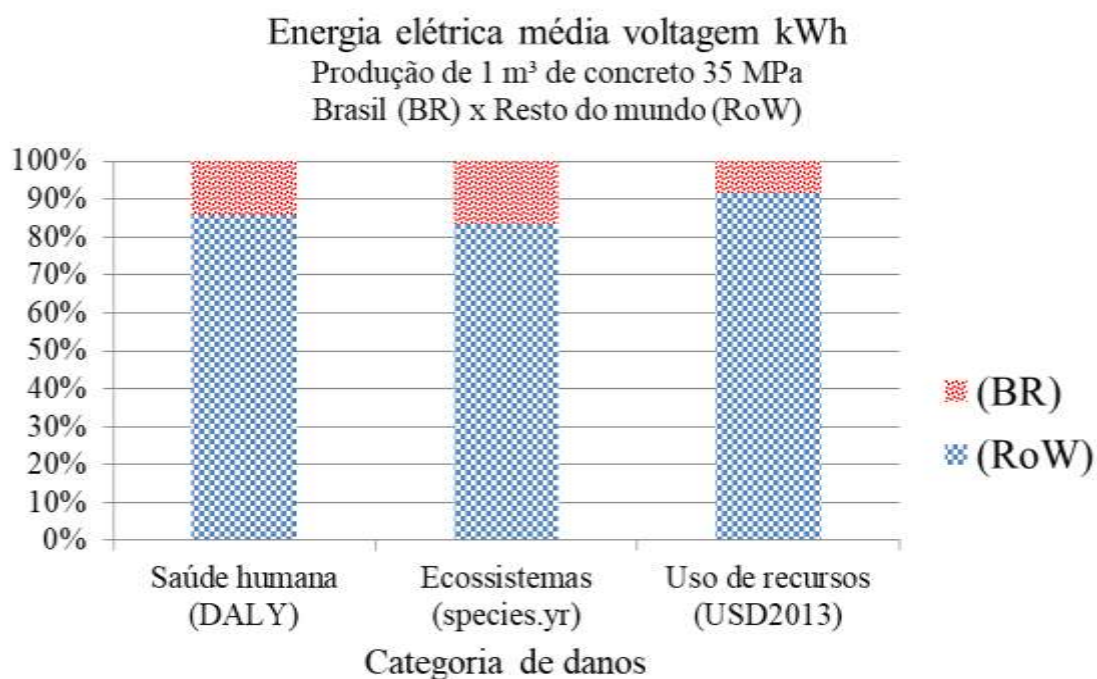


Figura 101 - Índices comparativos de consumo energético na produção de 1m³ de concreto
 Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Avaliando os índices apresentados nessa análise levam em consideração a produção de 1m³ de concreto, a partir da comparação do consumo de energia com base na matriz energética brasileira e a média da matriz energética no resto do mundo. Nota-se que o Brasil é o menor emissor nas três categorias de danos, com valores de 14% para a categoria saúde humana; 17% na categoria ecossistemas e 9% na categoria uso de recursos. Com isso, é confirmado que a matriz energética brasileira para a produção de 1m³ de concreto é mais eficiente em comparação com a média do resto do mundo.

6.4.3 Transportes

Na Figura 102, é apresentado o resultado da avaliação para o transporte de 1 tkm.

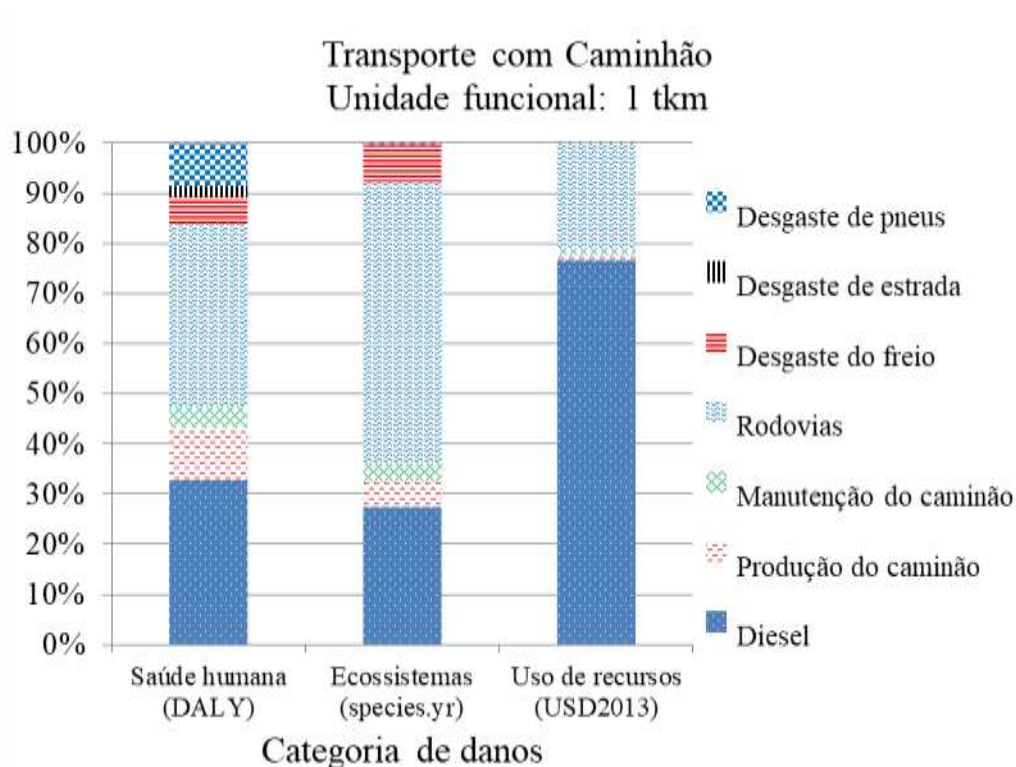


Figura 102 - Índices do transporte na categoria de danos
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Analisando os índices apontados nessa avaliação de danos, verifica-se que, na categoria saúde humana, o item que mais impacta em número de anos de vida perdidos e no número de anos vividos com deficiência, expresso na unidade DALY/tkm, são as rodovias, atingindo um índice de 18,47%. Já o que menos causa impacto é o desgaste da estrada, na ordem de 1,20% na categoria saúde humana. Na categoria ecossistema, o maior causador de danos species.yr/m² mantém-se as rodovias, com o índice de 25,47%; quanto ao que causa menos impacto, é o desgaste de pneus, na ordem de 0,16%. Para a categoria recursos, mensurada em USD2013/m², o item que mais causa impacto é o consumo de diesel, na ordem de 76,68%; o que menos causa impacto é a manutenção do caminhão, na ordem de 1,18%.

6.4.3.1 Análise da sensibilidade na avaliação de impactos e danos no ciclo de vida das superestruturas de pontes em função das distâncias dos mercados (cidades) e a obra (ponte)

Na Figura 103, apresenta-se a avaliação de impactos em função da distância da obra em relação ao mercado, analisando-se as 18 categorias do midpoint através do método ReCiPe.

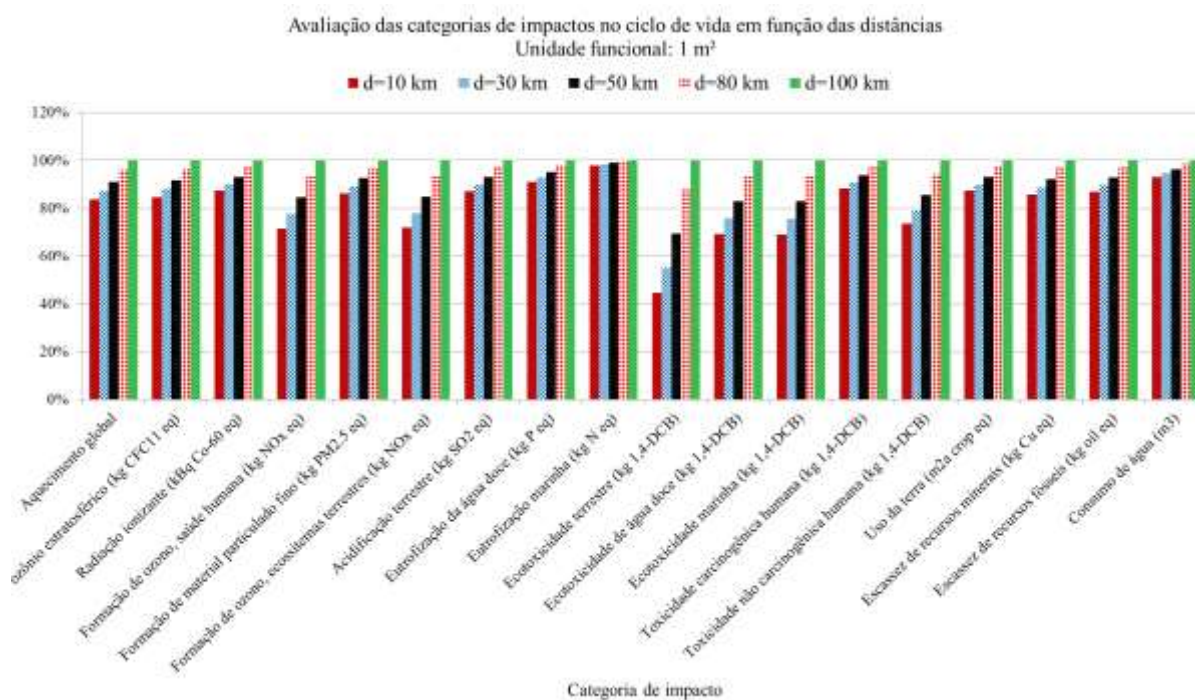


Figura 103 - Índices do transporte em função da distância até o mercado
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

De acordo com os dados do gráfico, evidencia-se que os índices apontados nessa análise comparativa revelam que é possível verificar que há um crescimento em todos os impactos à medida que aumenta a distância da obra em relação ao mercado (cidade). A categoria que mais apresenta diferença entre as distâncias é a de ecotoxicidade terrestre, mensurada em kg 1,4-DCB/m², variando de 45% para a distância de 10 km a 100% para a distância de 100km. Com relação à categoria que menos apresenta variação, tem destaque a de eutrofização da água doce, analisada em kg P eq/m², variando de 91% para a distância de 10 quilômetros a 100%, nas distâncias de 80km e 100km. Com isso, compreende-se que, conforme aumenta a distância da obra até o mercado, aumentam os impactos gerados nesse deslocamento.

Na Figura 104, apresenta-se a avaliação de danos em função da distância da obra em relação ao mercado, analisando as três categorias do *endpoint* através do método ReCiPe, sendo que a distância de 30 km é a distância padrão adotada em todos os cálculos de transportes consideradas neste trabalho e sua porcentagem na imagem representa 100%.

Avaliação de danos no ciclo de vida das pontes em função das distâncias

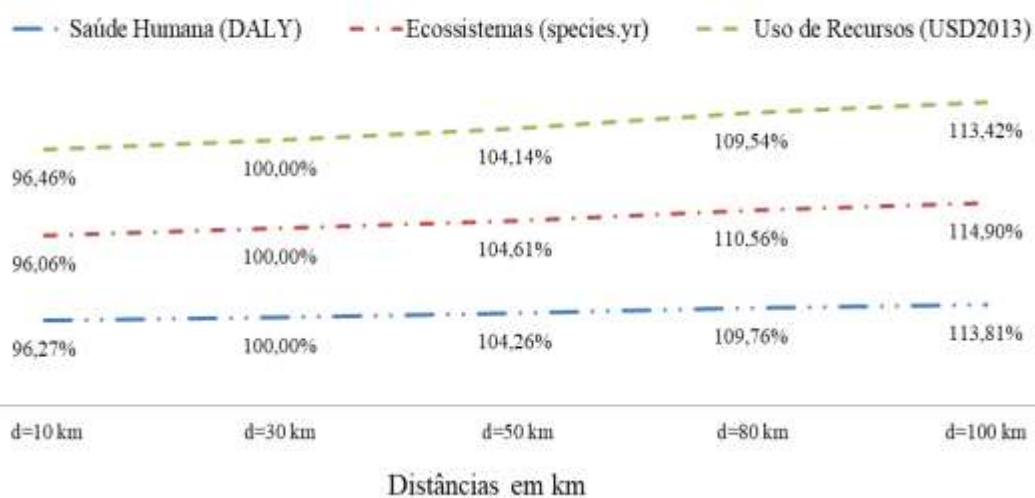


Figura 104 - Índices do transporte em função da distância do mercado (cidade) até a obra (ponte) na categoria avaliação de danos

Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Os índices demonstram um aumento crescente nas três categorias de danos, da mesma forma como apresentado na avaliação de impacto. Com essa análise, confirma-se que o aumento da distância do mercado até a obra concorre, conseqüentemente, para o aumento dos danos e deve ser levado em consideração nas especificações de projetos.

6.5 AVALIAÇÃO DO CUSTO NO CICLO DE VIDA (ACC)

Nesta etapa, apresentamos os resultados da avaliação de custos no ciclo de vida (ACC) de pontes, de acordo com as fases pré-estabelecidas no objetivo do trabalho, sendo elas fase 1 – extração/produção e construção, fase 2 – Uso e fase 3 – Fim de vida. As fases de ACC para a construção de pontes são explicitadas nas Figuras 105, 106, 107, 108 e 109.

Na Figura 105, apresenta-se os índices de custo em reais por metro quadrado (R\$/m²) para cada modelo de ponte avaliada na fase 1, extração/produção e construção.

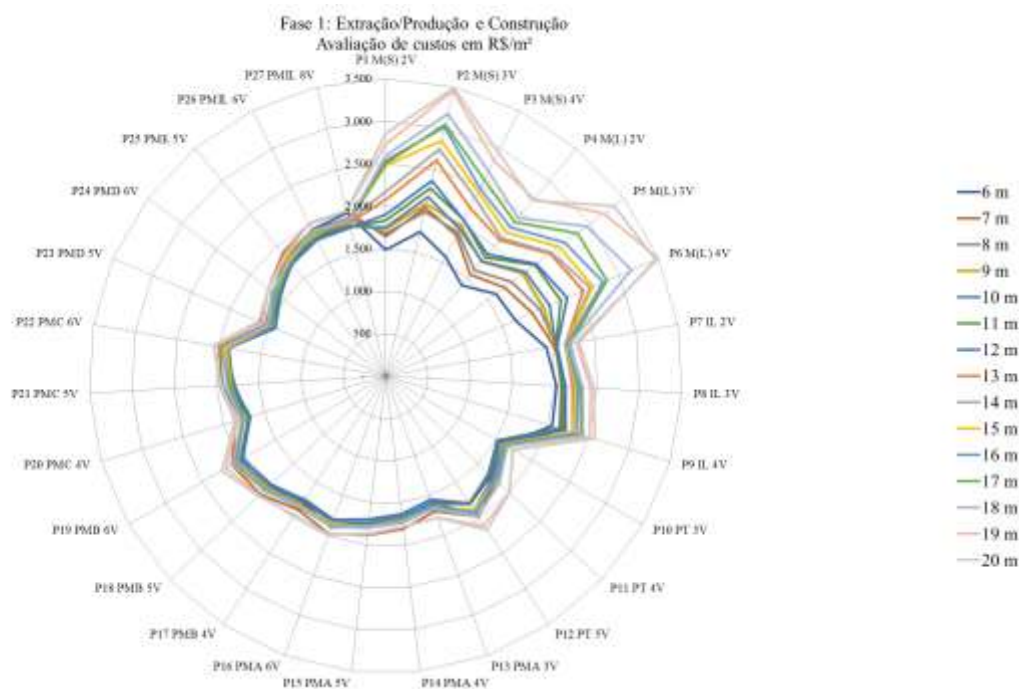


Figura 105 - Índices de custo das pontes na fase 1
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Conforme a Figura 105, para a fase 1, observa-se que a superestrutura da ponte do modelo mista aço/concreto com vigas laminadas P4 M(L) 2V é a ponte que apresenta o menor custo por m² para os comprimentos de 6m (R\$ 1.394,00/m²) e 7m (R\$ 1.577,00/m²), porém, o modelo em concreto armado, pré-moldada P23 PMD 5V, torna-se o mais acessível a partir do vão de 8m até os 20m, tendo variação no custo de R\$ 1.421,00/m² (11m) a R\$ 1.631,00/m² (20m).

Quanto ao maior custo, o modelo de ponte concretada *in loco* P9 IL 4V é o superior nos vãos de 6m a 9m, variando de valor entre R\$ 2.049,00/m² (6m) a R\$ 2.184,00/m² (7m), já nos demais vãos, o modelo de ponte mista aço/concreto com vigas soldadas com três vigas P2 M(S) 3V apresenta os maiores custos por m², variando seu preço de R\$ 2.170,00/m² (10m) a R\$ 3.490,00/m² (20m).

Na Figura 106, apresentam-se os índices de custo de cada modelo das pontes por m² na fase 2, uso.

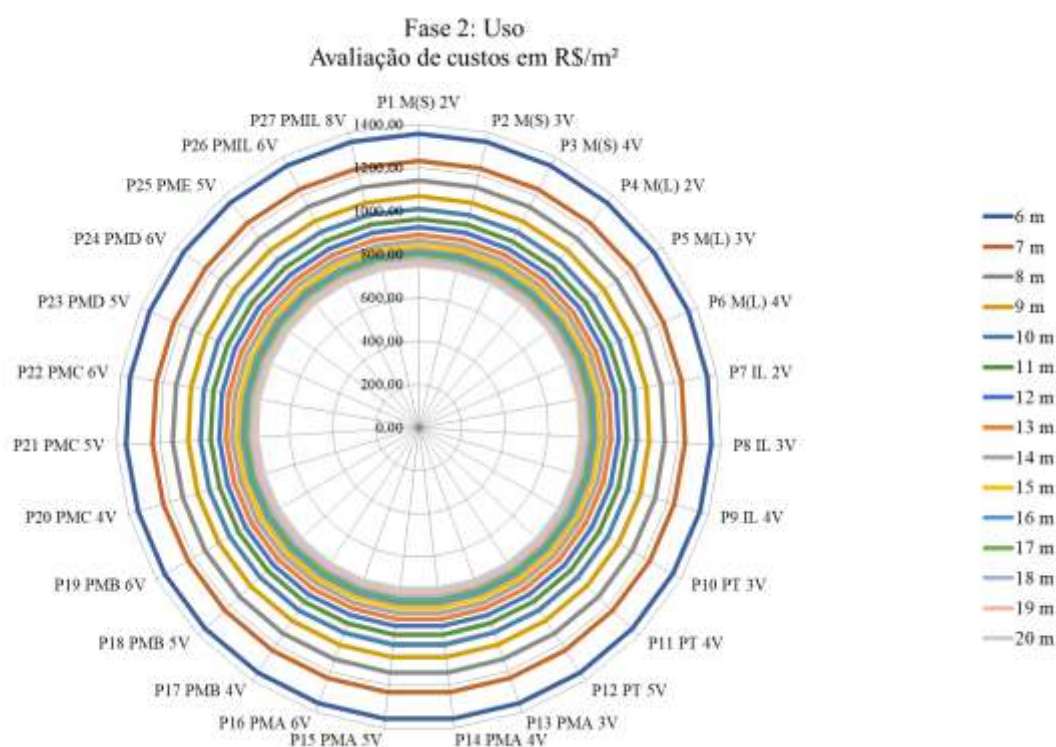


Figura 106 - Índices de custo das pontes na fase 2
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Analisando os índices apontados nessa comparação de custo, percebe-se que o custo é constante para a unidade funcional, alterando somente devido o comprimento da ponte, variando seu custo de R\$ 751,38/m² (20m) à R\$ 1.355,35 (6m). O valor é constante devido a Fase 2 possuir os mesmos itens, conforme descrito na metodologia, em todas as pontes, e avaliados para a unidade funcional de 1 m².

Na Figura 107, apresentam-se os índices de custo de cada modelo das pontes por m² na fase 3, fim de vida.

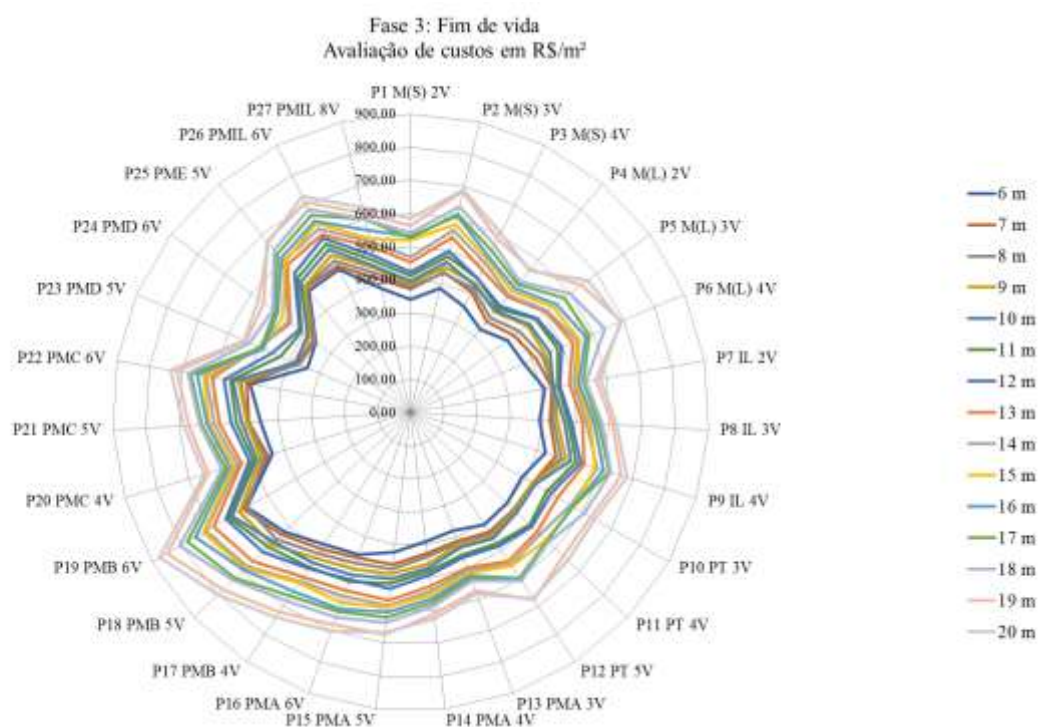


Figura 107 - Índices de custo das pontes na fase 3.
Fonte: Produzido pelo autor (2019).

Conforme os índices apresentados na Figura 107, para a fase 3, observa-se que a ponte do modelo mista aço/concreto com vigas laminadas P4 M(L) 2V é a que apresenta menor custo para os vãos de 6m (R\$ 326,55/m²) e 7m (R\$ 357,18/m²). Para os vãos de 8m a 14m, o modelo pré-moldado P24 PMD 6V torna-se o mais econômico, variando de R\$ 359,96/m² (8m) a R\$ 480,81/m² (14m), e, para os vãos de 16m e 17m, o modelo de ponte pré-moldada em concreto armado P23 PMD 5V assume o menor custo, variando de R\$ 485,11/m² (16m) e R\$ 491,88/m² (17m). Para o vão de 18m, o modelo de ponte mista aço/concreto com duas vigas laminadas P4 M(L) 2V assume o menor custo, de R\$ 514,05/m²; e para os vãos de 19m e 20m, o modelo P23 PMD 5V volta a ser o mais econômico, com R\$ 540,40/m² (19m) e R\$ 547,09/m² (20m). Quanto ao modelo de maior custo, nota-se que, nesse critério, a ponte pré-moldada do tipo P19 PMB 6V é predominante em todos os vãos, variando de R\$ 571,57/m² (6m) a R\$ 874,82/m² (20m).

Na Figura 108, apresentam-se os índices de custo de cada modelo das pontes por m² em todo o ciclo de vida, ou seja, a soma dos custos das fases 1, 2 e 3.

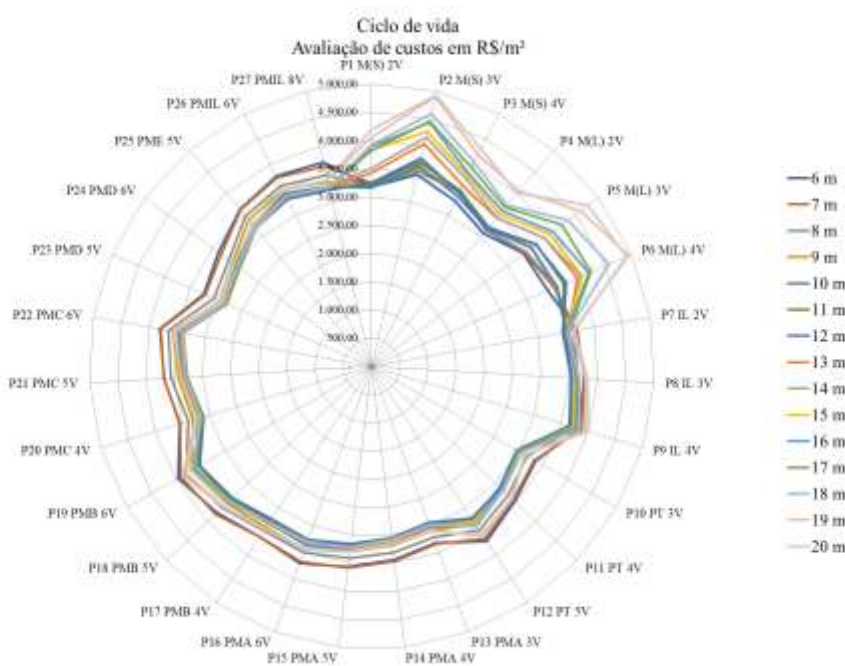


Figura 108 - Índices de custo das pontes no ciclo de vida
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Conforme os índices apresentados na Figura 108, para o custo total, observa-se que a ponte do modelo mista com vigas laminadas P4 M(L) 2V é a mais barata para os vãos de 6m (R\$ 3.076,18/m²) e 7m (R\$ 3.145,82/m²), porém, o modelo pré-moldado P23 PMD 5V torna-se o mais acessível a partir do vão de 8m até os 20m, tendo variação no custo, de R\$ 3.041,27/m² (8m) a R\$ 2.791,54/m² (17m). Quanto ao maior custo, o modelo pré-moldado P19 PMB 6V é o superior nos vãos de 6m a 8m, variando seu valor de R\$ 3.959,02/m² (6m) a R\$ 3.792,99/m² (8m). Para o vão de 9m (R\$ 3.708,51/m²) e 10m (R\$ 3.653,42/m²), o modelo em concreto moldado *in loco* P9 IL 4V revela-se como o mais oneroso; já para os demais vãos, de 11m a 20m, o modelo de ponte mista aço/concreto com vigas metálicas soldados P2 M(S) 3V torna-se o mais custoso, variando de R\$ 3.718,35/m² (11m) a R\$ 4.930,41 (20m).

Tendo em vista a dificuldade para escolher as distâncias do mercado (cidade) até a obra (ponte), da mesma forma que foi realizada na ACV ambiental, apresentamos os resultados da análise de sensibilidade de custos em relação às diferentes distâncias. As distâncias calculadas foram para 10 km, 30 km (padrão adotado no trabalho), 50 km, 80 km e 100 km.

Na Figura 109, apresentam-se os índices de custo em função da análise de sensibilidade das distâncias no ciclo de vida.

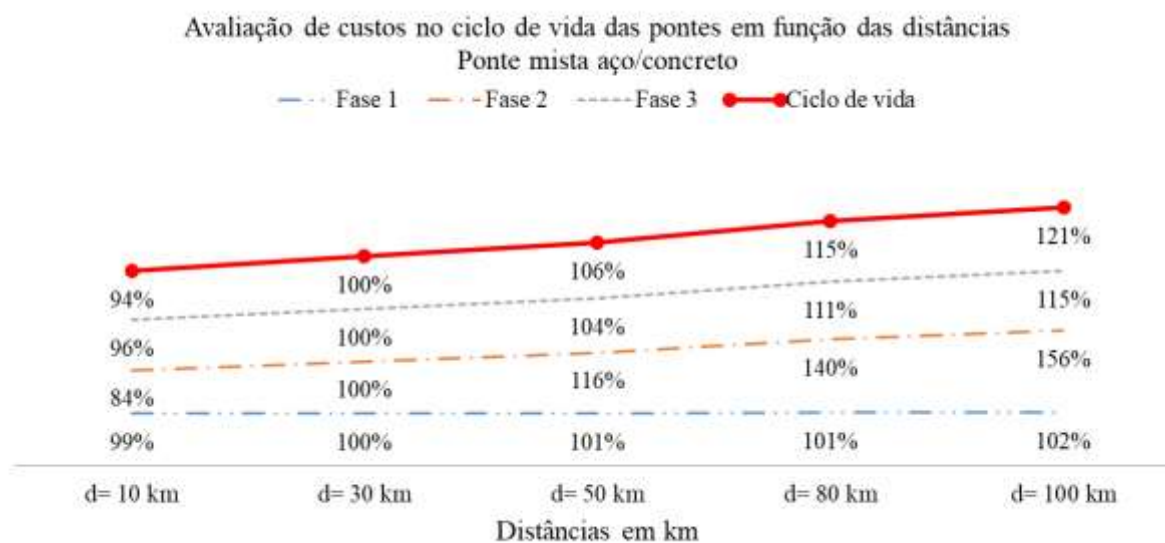


Figura 109 - Índices de custo das pontes no ciclo de vida
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Observa-se, nessa comparação, o aumento do custo em função dos diferentes cenários de distâncias. Nota-se que, para a distância de 30 km, todos os índices são 100%, e isso se refere à distância adotada no trabalho. Para a fase 1, que é a etapa de extração de materiais/produção e construção, a variação do índice foi notoriamente a mais retráida quando comparado às demais fases, não passando de 3%. Já para a fase 2, o índice varia de 96% com 10 km a 156% com 100 km de distância, o que se justifica em razão do alto custo empregado na renovação do asfalto a cada 10 anos no período de 100 anos. Na fase 3, a variação é de 19%, ocorrida em função da distância até a disposição final dos materiais e o somatório das fases, de modo que a variação total é de 27%, índice que inclui todas as etapas do ciclo de vida da ponte. Com isso, podemos concluir que, para a fase de construção (fase 1), as distâncias não têm alteração significativa nos custos, e, para as demais fases, deve-se atentar para a influência das distâncias.

6.6 PROPOSTA DE POSSÍVEIS MODELOS DE PONTES DE PEQUENOS VÃOS A PARTIR DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Nesta seção, são apresentados comparativos buscando subsidiar a escolha da tipologia mais adequada segundo os critérios avaliados, com a recomendação de indicadores de sustentabilidade na construção de pontes, no sentido de que esses modelos possam atender às necessidades das pontes de pequenos vãos relacionadas às rodovias vicinais e rurais.

Nessa apresentação, é realizado o confronto de custo das pontes com as categorias de danos (endpoint) na unidade funcional de 1 m², permitindo visualizar o comportamento do aspecto econômico (ACC) com o aspecto ambiental (ACV). O vão analisado é o de 10 metros, por ser o vão mais utilizado nas pontes de pequenos vãos.

A comparação dos modelos com base em parâmetros de custo com categoria de danos aos ecossistemas, para o vão de 10m, levou aos resultados apresentados na Figura 110.

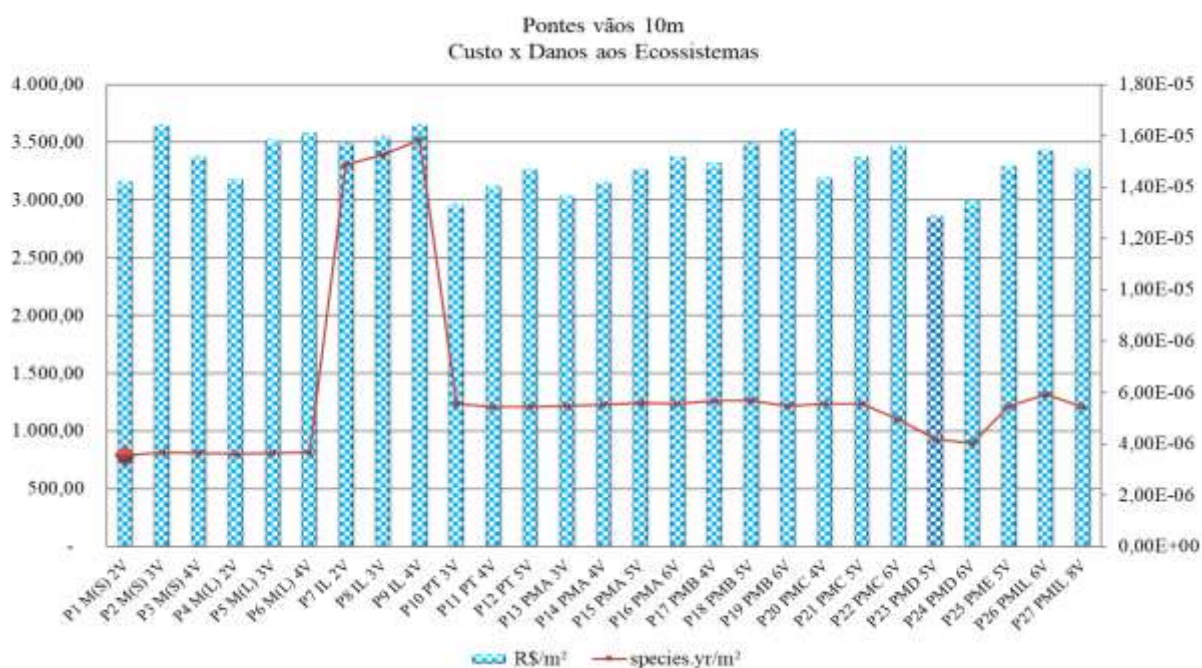


Figura 110 - Índices de custo x danos aos ecossistemas em R\$/m² e species.yr/m² para o vão de 10m
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Conforme evidencia a Figura 110, o modelo que apresenta o menor custo das pontes para o vão de 10m é o modelo de ponte pré-moldada tipo P23 PMD 5V, com valores na ordem de R\$ 2.857,05/m², e o seu indicador de danos aos ecossistemas é de 4,20E-06 species.yr/m². Avaliando o menor indicador de danos ao ecossistema, o modelo de ponte mista aço/concreto P1 M(S) 2V apresenta os resultados de danos na ordem de 3,57E-06 species.yr/m² e com custo de R\$ 3.157,71/m². Comparando os dois modelos, a diferença de custo é de 9,52% e a diferença no parâmetro ambiental é de 15,07%. O modelo de ponte moldada in loco P9 IL 4V apresenta a pior situação, tanto em razão do custo mais elevado quanto pelo fato de que apresenta o maior indicador de danos aos ecossistemas, na ordem de R\$ 3.653,42/m² para o custo e 1,58E-05 species.yr/m² para os danos.

Comparando os modelos, nos parâmetros de custo pela categoria depleção de recursos, para o vão de 10m, os resultados são apresentados na Figura 111.

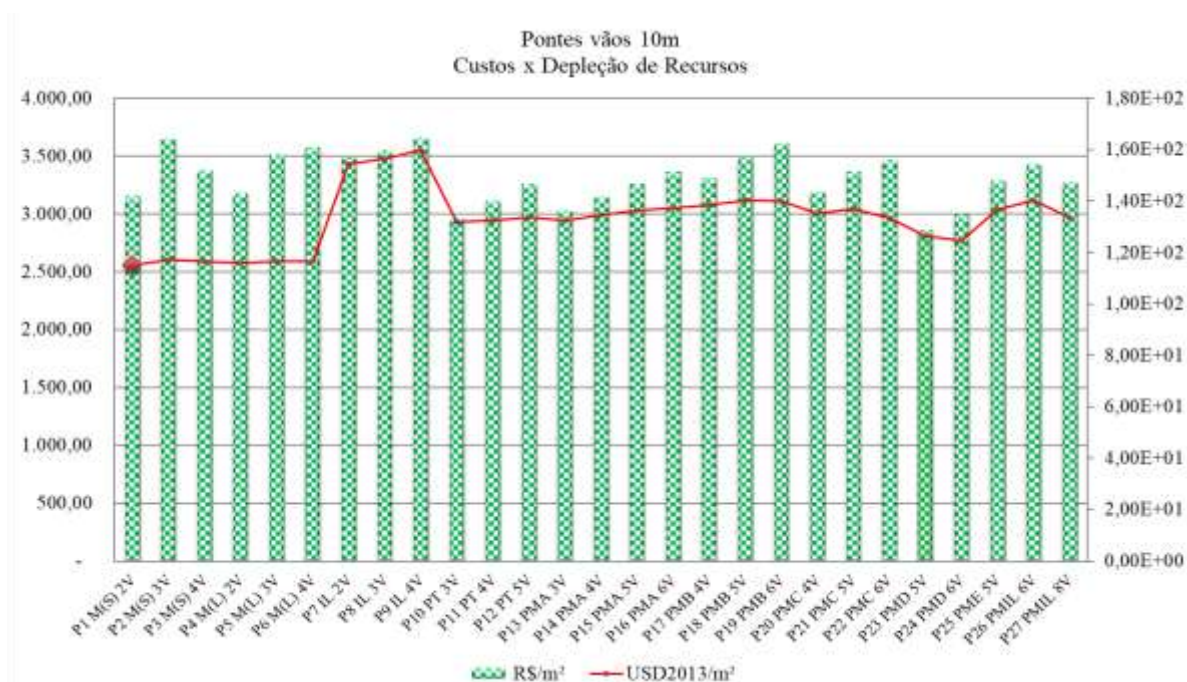


Figura 111 - Índices de custo x depleção de recursos em R\$/m² e USD2013/m² para o vão de 10m
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Observando-se a Figura 111, verifica-se que o modelo que apresenta o menor custo das pontes para o vão de 10m é o da ponte pré-moldada tipo P23 PMD 5V, na ordem de R\$ 2.857,05/m², e o seu indicador de depleção de recursos é de 1,26E+02 USD2013/m². Avaliando o menor indicador de depleção de recursos, o modelo de ponte mista aço/concreto P1 M(S) 2V apresenta os resultados de depleção na ordem de 1,15E+02 USD2013/m², com o custo de R\$ 3.157,71/m². Comparando os dois modelos, a diferença de custo é de 9,52% e a diferença no parâmetro ambiental é de 8,92%. O modelo de ponte moldada *in loco* P9 IL 4V apresenta a pior situação, tendo o custo mais elevado e apresentando o maior indicador de depleção de recursos, na ordem de R\$ 3.653,42/m² para o custo e de 1,60E+02 USD2013/m² para a depleção.

Comparando os modelos, nos parâmetros de custo pela categoria danos à saúde humana, para o vão de 10m, os resultados são apresentados na Figura 112.

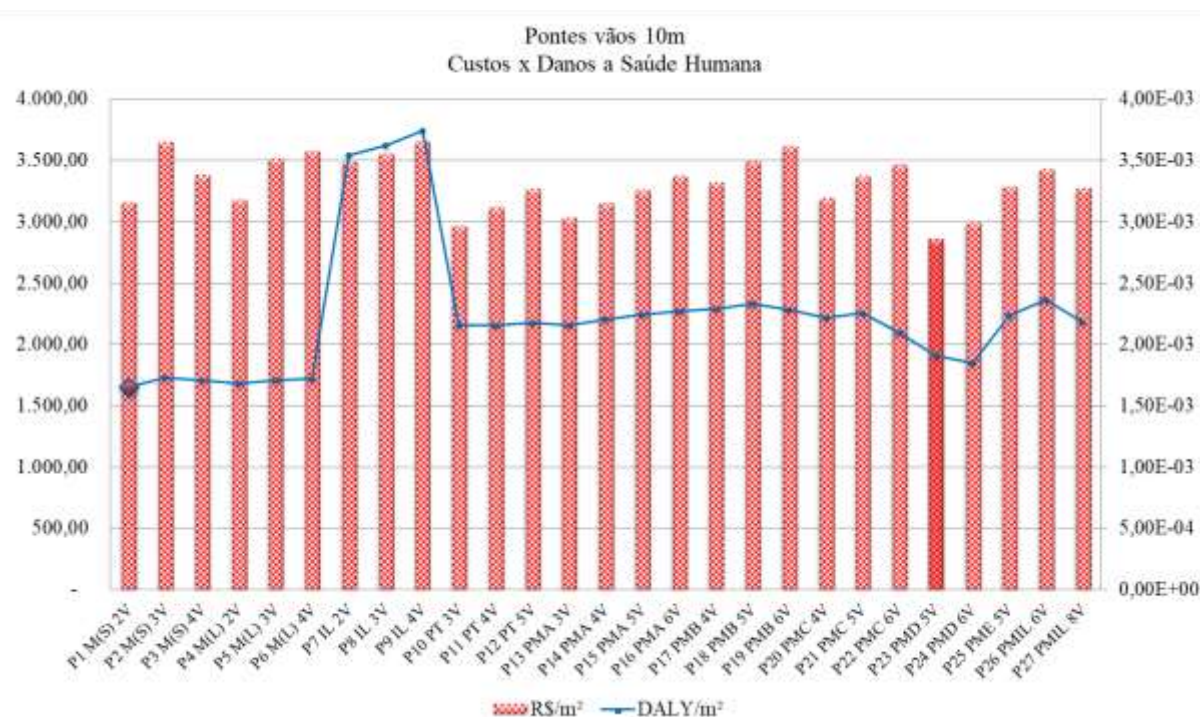


Figura 112 - Índices de custo x danos à saúde humana em R\$/m² e DALY/m² para o vão de 10m
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Os resultados mostrados na Figura 112 indicam a ponte pré-moldada P23 PMD 5V como o modelo que apresenta o menor custo entre as pontes com vãos de 10m, na ordem de R\$ 2.857,05/m². Além disso, o modelo tem como indicador de danos à saúde humana o de 1,91E-03 DALY/m². Avaliando o menor indicador de danos a saúde humana, o modelo de ponte mista aço/concreto com vigas soldadas P1 M(S) 2V apresenta os resultados na ordem de 1,65E-03 DALY/m² e custo de R\$ 3.157,71/m². Comparando os dois modelos, a diferença de custo é de 9,52% e a diferença no parâmetro ambiental é de 13,55%. O modelo de ponte concretada *in loco* P9 IL 4V apresenta a pior situação, eis que o custo é mais elevado, apresentando R\$ 3.653,42/m² e 3,74E-03 DALY/m² para a depleção.

Os resultados apresentados nas Figuras 110, 111 e 112 mostram que a ponte com vão de 10 metros que apresentou menor custo foi a pré-moldada modelo P23 PMD 5V, e, para o mesmo vão, o modelo que apresentou melhor desempenho ambiental em todas as categorias de danos foi a ponte mista aço/concreto com 2 vigas tipo “I” soldadas do modelo P1 M(S) 2V.

Apesar de este trabalho ter objetivo claro em propor indicadores de sustentabilidade para os pilares econômico e ambiental no ciclo de vida de superestruturas de pontes de pequenos vãos, se faz necessário um breve comentário sobre o tema decisório, ou seja, a tomada de decisão para a escolha de pontes de pequenos vãos com melhor desempenho do

ponto de vista da sustentabilidade. A utilização da tomada de decisão é um processo que permite obter soluções que satisfaçam objetivos normalmente conflitantes e esse processo pode ser realizado de várias maneiras.

Penadés-Plà (2017) elaborou pesquisa sobre aplicação de tomada de decisão para avaliação da sustentabilidade no ciclo de vida em três alternativas de projetos de pontes, aplicando diversos métodos, tais como: métodos de pontuação direta SAW e COPRAS, métodos baseados em distância TOPSIS e VIKOR, métodos de comparação entre pares AHP e MACBETH e ANP, métodos de superação ELECTRE e PROMETHEE, e métodos de utilidade e função de valor MIVES. O resultado levou a maioria dos métodos para a escolha da mesma alternativa, porém, alguns pontos divergiram nos resultados, concluindo que, para elaborar a pontuação, existe uma grande variedade de métodos de alocação de peso, que podem ser considerados objetivos ou subjetivos, e todos os métodos têm, em suas características, pontos fortes e fracos.

No trabalho elaborado por Kripka, Yepes e Milani (2019) e desenvolvido a partir de dados levantados no início da presente tese, buscou-se estudar alternativas de projeto sustentável para pontes de pequenos vãos no Brasil. Nesse enfoque, foram avaliadas as estruturas considerando aspectos quantitativos (custo de construção, montagem, transporte de materiais, vida útil e impacto ambiental) e aspectos qualitativos (arquitetura e sensação de segurança para o usuário). Foram aplicados métodos de tomada de decisão com vários critérios a esse tipo de problema, reduzindo a subjetividade implícita no processo de tomada de decisão. Neste trabalho, dois métodos de tomada de decisão com vários critérios foram adotados: o processo de hierarquia analítica, ou AHP, e o método Vikor.

Uma vez que o presente trabalho aborda um número reduzido de critérios, como forma de auxiliar na tomada de decisão para a escolha da ponte com melhor desempenho do ponto de vista da sustentabilidade, elaborou-se alguns cenários. Destaca-se que outros itens podem fazer parte da avaliação da tomada de decisão, tais como a estética, números de empregados, as categorias de salários, condições de higiene e segurança dos trabalhadores, entre outros. Na Figura 113, apresenta-se uma pontuação para os cenários 1, de peso 0,5 para ambiental e 0,5 para econômico; e no cenário 2, com peso de 0,6 para o pilar econômico e de 0,4 para o pilar ambiental.

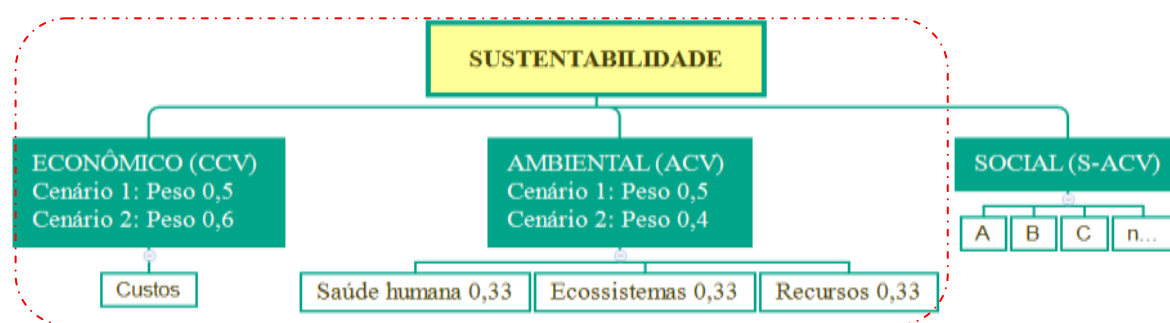


Figura 113 - Pesos considerados para avaliação da sustentabilidade

Fonte: Adaptado de Penadés Plà (2017)

Para calcular o desempenho ambiental e de custos das superestruturas das pontes, foi necessário normalizar os valores de cada parâmetro, de maneira a poder comparar valores com a mesma unidade. Para tal, foi utilizada a média dos valores como sendo a prática convencional de indicadores ambientais e de custos, depois, foram aplicados os pesos de 50/50 e 60/40, conforme Figura 113.

Na Figura 114, apresenta-se a classificação com o melhor desempenho do ponto de vista da sustentabilidade, com pesos de 50/50 para pontes de 10 metros de comprimento.

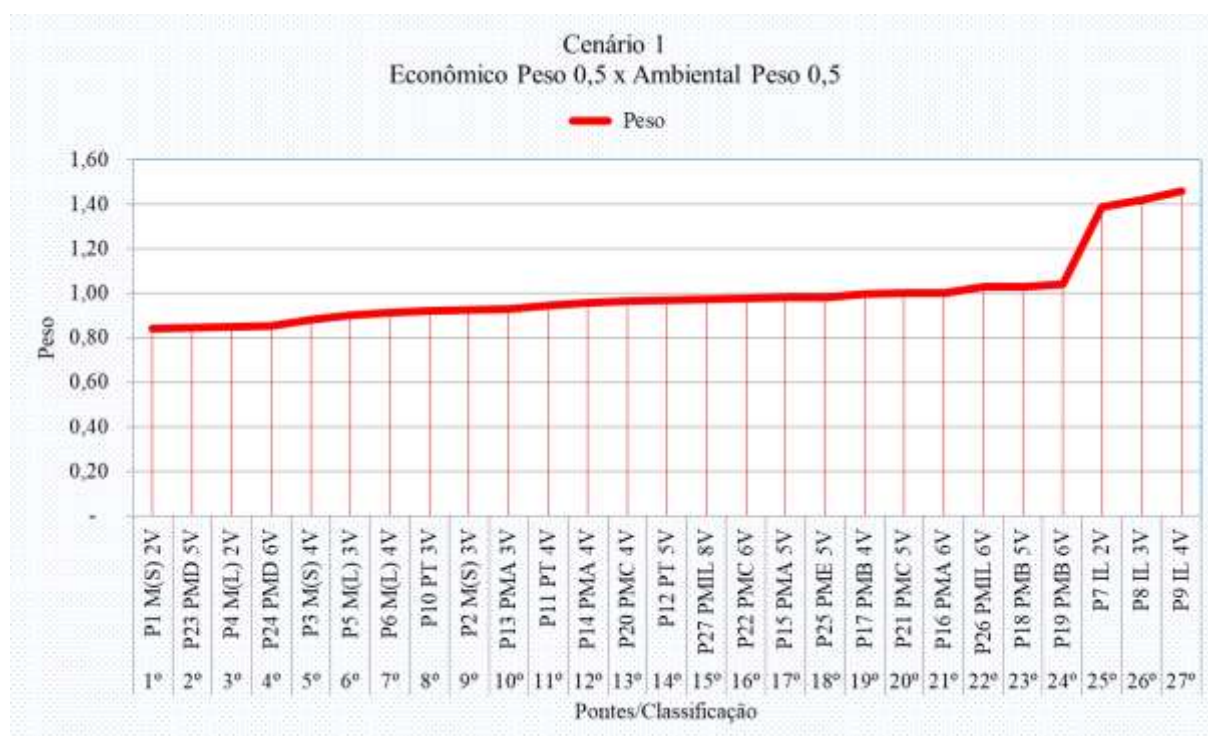


Figura 114 - Classificação do desempenho ambiental com pesos de 0,5 econômico e 0,5 ambiental por m² para pontes com comprimentos de 10m

Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Analisando a Figura 114, verifica-se que o modelo que apresenta o melhor desempenho ambiental, segundo o cenário 50/50, é o modelo de ponte mista aço/concreto P1 M(S) 2V, seguido da ponte em concreto pré-moldado tipo P23 PMD 5V, podendo estes serem indicados como os dois modelos mais eficientes do ponto de vista deste trabalho.

Salienta-se que o modelo P23 PMD 5V derivou do programa de kit pontes da defesa civil de Santa Catarina, onde padronizaram-se os elementos e as dimensões para atender ao propósito desta tese. O modelo de ponte moldada *in loco* P9 IL 4V expõe a pior situação, apresentando pior desempenho no que se refere à avaliação da sustentabilidade no ciclo de vida das superestruturas de pontes de pequenos vãos.

Na Figura 115, apresenta-se a classificação com o melhor desempenho do ponto de vista da sustentabilidade, com pesos de 60/40 para pontes com 10 metros de comprimento.

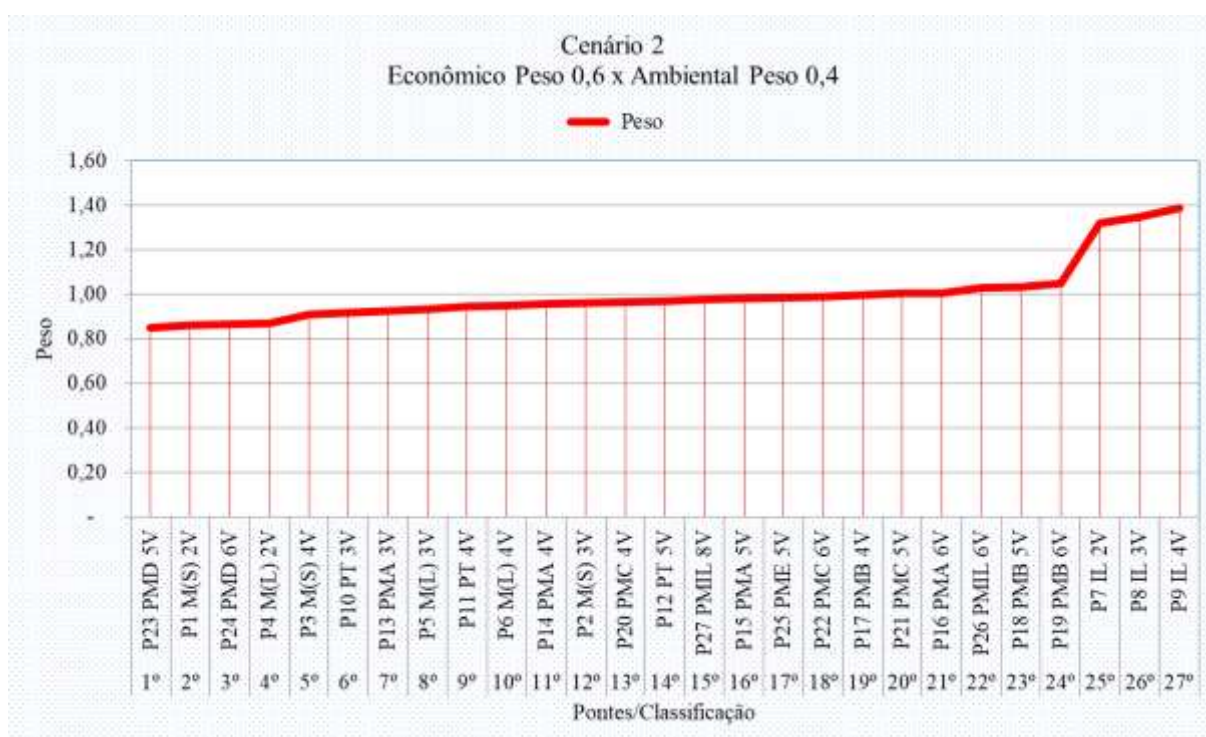
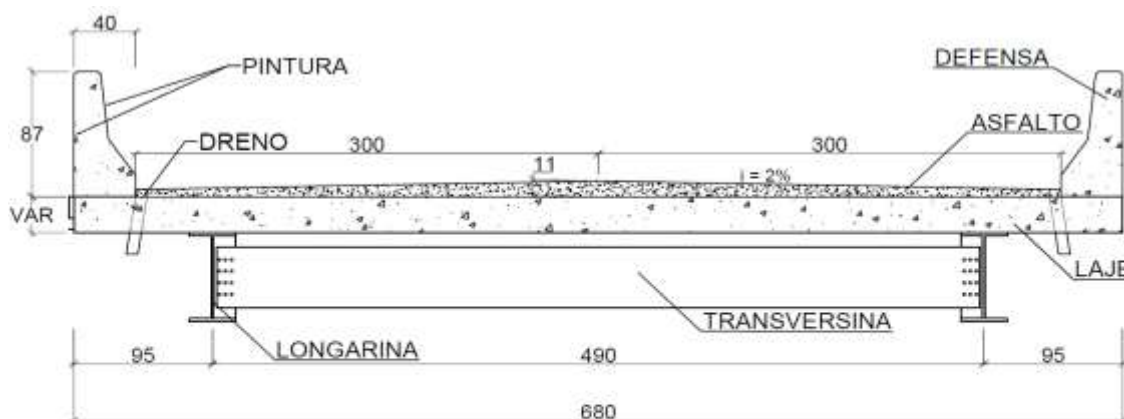


Figura 115 - Classificação do desempenho ambiental com pesos de 0,6 econômico e 0,4 ambiental por m² para pontes com comprimentos de 10m
Fonte: Produzido pelo autor (2019)

Observando a Figura 115, verifica-se que o modelo que apresenta o melhor desempenho ambiental, segundo o cenário 60/40, é o modelo de ponte em concreto pré-moldado tipo P23 PMD 5V. Em segundo lugar, é a ponte mista aço/concreto P1 M(S) 2V. Sendo assim, segundo essa metodologia, pode-se sugerir esses dois modelos como sendo os

mais eficientes do ponto de vista da avaliação da sustentabilidade no ciclo de vida das superestruturas de pontes de pequenos vãos.

Após a aplicação dos cenários propostos, podemos sugerir dois modelos da lista de superestruturas avaliadas no ciclo de vida, quais sejam: ponte mista aço/concreto P1 M(S) 2V, conforme Figuras 116, 117 e ponte em concreto pré-moldado tipo P23 PMD 5V, conforme Figuras 118 e 119.



Ponte mista P1 M(S) 2V

Viga metálica - Perfil I

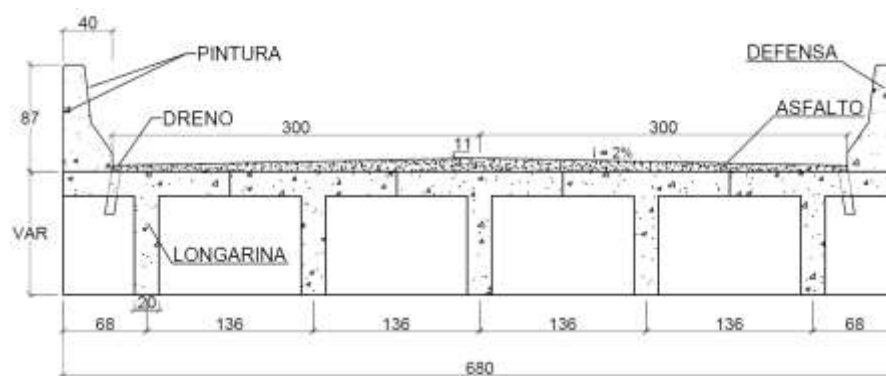
Figura 116- Seção transversal da ponte mista aço/concreto P1 M(S) 2V, com comprimento de 10m

Fonte: Produzido pelo autor (2019)



Figura 117 - Obra de ponte concreto e aço EcoMix, com 40 metros de comprimento, instalada no município de Presidente Bernardes, estado de São Paulo – Tipo P1 M(S) 2V

Fonte: EcoPontes (2019)



Ponte modelo P23 PMD 5V

Viga pré fabricada (T)

Figura 118 - Seção transversal da ponte em concreto pré-moldado tipo P23 PMD 5V, com comprimento de 10m
 Fonte: Produzido pelo autor (2019)



Figura 119 - Kit de transposição de obstáculo sobre o rio Motucas, na Estrada dos Portugueses, bairro Vila Nova, Joinville-SC - Tipo P23 PMD 5V
 Fonte: Prefeitura de Joinville (2019)

Apresentados os resultados e a proposta com índices e indicadores, consideram-se atendidos os objetivos do estudo, seguindo-se a elaboração das considerações finais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como intenção precípua a aplicação de técnicas de avaliação de sustentabilidade no ciclo de vida das superestruturas de pontes de pequenos vãos e, num momento seguinte, a proposição de indicadores ambientais e econômicos para que sejam integrados ao processo de tomada de decisão.

A decisão em realizar este estudo teve como precedentes motivacionais informações importantes sobre as inovações na construção civil e os elementos observados no processo de construção de pontes, tais como o impacto ambiental, o elevado uso de matérias-primas, o consumo de recursos, os custos de manutenção e de demolição, dentre outros.

Especialmente, conferiu-se maior relevância ao conceito de sustentabilidade que tem norteado as novas estratégias de redução de impacto ambiental na construção civil e, mais especificamente, como tema delimitado, à avaliação de sustentabilidade do ciclo de vida das superestruturas de pontes de pequenos vãos.

Mais ainda, entendeu-se que a busca por informações acerca de sustentabilidade de pontes deve requerer, antecipadamente, a elaboração de um projeto sustentável, que seja gerado com base em parâmetros de construção sustentável e, de modo relevante, considere os melhores indicadores de impacto ambiental nesse processo.

Tudo isso se configurou como objeto do estudo com a finalidade de encontrar respostas que possibilitem contribuir para a mitigação do impacto ambiental, a diminuição do consumo de recursos e a minimização dos custos em seu ciclo de vida.

Concernente ao questionamento do estudo, com respeito à forma de aplicar os indicadores propostos, como sendo os parâmetros de sustentabilidade na elaboração de projetos para construção de pontes de pequenos vãos para as rodovias rurais e vicinais encontrados nesta pesquisa, visando ao conceito de sustentabilidade na construção de pontes, a conclusão é de que: a proposta de indicadores pode abranger os pilares da sustentabilidade na construção de pontes; os indicadores podem proporcionar as informações para a projeção de pontes com objetivos fundamentados na sustentabilidade; as necessidades públicas na infraestrutura de pontes para as rodovias rurais e vicinais podem ser supridas com economia de recursos e diminuição de impactos ambientais e de um planejamento adequado para a construção de pontes, com a aplicação desses indicadores.

A formulação do objetivo principal teve como origem o questionamento do problema da pesquisa, que buscou encontrar os parâmetros mais indicados na elaboração de projetos para construção de pontes de pequenos vãos para as rodovias rurais e vicinais sob o ponto de vista do conceito de sustentabilidade.

Assim, após realizada a avaliação de dados quantitativos de 27 modelos de pontes com diferentes materiais (conforme já apresentado na metodologia deste trabalho), delimitados os vãos entre 6 e 20 metros – somando 405 pontes –, feita a aplicação da técnica de Avaliação do Ciclo de Vida, selecionada a fronteira de sistemas do berço ao túmulo e a estrutura do método ReCiPe com o conjunto de 18 categorias de caracterização de potencial impacto ambiental no ponto médio e de três categorias de danos no ponto final, obteve-se o atendimento do objetivo principal, entendendo-se que ele foi cumprido satisfatoriamente, conforme o propósito inicial.

Considera-se que o atendimento do objetivo principal foi precedido por ações de pesquisa, formuladas nos objetivos específicos, iniciando-se com a identificação de modelos de projetos de pontes de pequenos vãos que são utilizados nas rodovias rurais e vicinais com exercício de mesma função para elaboração da proposta de um modelo padrão. Configurou-se como exemplo um modelo no qual foram padronizadas as barreiras tipo New Jersey, pavimentação asfáltica, drenagem, pintura, apresentado na Figura 8 deste trabalho, exceto quanto às vigas e à taxa de armadura das lajes que variaram conforme modelos propostos para a avaliação ambiental e econômica no ciclo de vida.

A elaboração do modelo padrão consistiu em uma atividade que destacou o papel da função, qual seja, o objetivo do produto selecionado para ser o objeto do estudo de ACV e ACC, com determinação das características de desempenho do produto ou sistema. Em caso da declaração comparativa, destaca-se que a declaração ambiental relativa à superioridade ou à equivalência de um produto em relação a um produto concorrente deve desempenhar a mesma função.

Compreendeu-se que, em análises comparativas, é importante a inclusão do maior número de categorias de impacto ambiental.

Ato seguinte, foi elaborado o inventário do ciclo de vida das superestruturas de pontes de pequenos vãos projetadas com distintas tipologias e materiais, quais sejam: pontes mistas aço/concreto; pontes de concreto armado moldadas *in loco*; pontes pré-moldadas em concreto armado e protendido em uso nos diversos estados brasileiros e em outros países.

Para a realização da ACV, na caracterização do nível intermediário (midpoint), foram abordadas as 18 categorias de impacto relacionadas na metodologia de alcance global ReCiPe, perspectiva hierárquica (H). A avaliação de danos (endpoint) considerou as categorias de saúde humana, de ecossistemas e de escassez de recursos.

Com isso, correspondeu-se ao objetivado como uma informação que contribuiu para a obtenção do objetivo principal, utilizando-se, nas tipologias e materiais, essas categorias de impacto do conjunto ReCiPe com resultados dos indicadores de sustentabilidade apontados na seção 6.1.1 da tese.

Verificou-se que na ACV e ACC, a maioria dos estudos que têm como objetivo avaliar a sustentabilidade de pontes direciona o enfoque na avaliação de impactos mediante diferentes tipos de materiais utilizados na fase de construção, e dos materiais utilizados nos procedimentos na fase de manutenção, além da preocupação com o destino de fim de vida da ponte.

Observa-se, também, que a avaliação do impacto social é confusa, em razão de depender muito das características da construção a ser executada. O uso de muitos critérios para tentar avaliar o impacto social é comum, destacando-se a estética, a segurança, a condição de trabalho e o tempo de espera para congestionamento ou desvio de tráfego.

Ainda quanto aos objetivos específicos, também foram aplicadas as técnicas de Avaliação de Custos no Ciclo de Vida (ACC) para as mesmas estruturas e com o mesmo inventário utilizado na avaliação ambiental do ciclo de vida, determinando os custos nas três fases, ou seja, extração/produção e construção (fase 1), uso (fase 2) e fim de vida (fase 3), com os resultados apontados na seção 6.5 da tese.

No objetivo final, foram apresentados os comparativos de desempenho ambiental e de custo das pontes avaliadas com comprimento de 10 metros. Os comparativos demonstram que a construção que menos causa danos ao meio ambiente é a ponte mista aço/concreto do modelo P1 M(S) 2V, com duas longarinas, e a menos custosa, segundo a avaliação, a ponte pré-moldada tipo P23 PMD 5V, com cinco longarinas.

Como forma de auxiliar na tomada de decisão para a escolha da ponte com melhor desempenho do ponto de vista da sustentabilidade, e após elaborados alguns cenários de pontuação de importância ambiental e de custos, observou-se que as pontes mistas aço/concreto do tipo P1 M(S) 2 V e as pontes pré-moldadas do modelo P23 PMD 5V podem ser indicadas como as mais eficientes do ponto de vista da sustentabilidade.

A interpretação desses indicadores poderá contribuir para a elaboração de processos de construção sustentável de pontes, segundo o padrão analisado nesta pesquisa, no sentido de que a economia de recursos favorece a redução do impacto ambiental. Para incentivar e auxiliar os tomadores de decisão, os profissionais da engenharia envolvidos na elaboração de projetos de pontes podem propor a avaliação da sustentabilidade como um dos critérios de adoção na escolha do melhor modelo a ser implantado para a construção de pontes. A metodologia de avaliação adotada neste trabalho e os indicadores propostos nos resultados podem ser utilizados como um ponto de partida para a elaboração de projetos mais sustentáveis. Novas tipologias e aplicação de técnicas de otimização devem ser implantadas com foco na redução de consumo de recursos diminuindo os custos e mitigando os impactos ambientais.

Conclui-se, também, que a avaliação da sustentabilidade das estruturas depende de muitas variáveis que podem influenciar na tomada de decisão, tais como os critérios considerados, os pesos e os métodos de tomada de decisão com vários atributos utilizados.

Os resultados indicam que o desempenho ambiental de pontes está intimamente ligado à escolha do tipo de material da ponte, considerando que diferentes tipos de materiais ou de pontes têm desempenho ambiental diferente, o que revela a importância de reformulação das políticas de intervenção, no processo de tomada de decisão, por parte das autoridades.

Entende-se cumpridos os propósitos do estudo, ressaltando-se que não há a pretensão de se concluir sobre os resultados como informações definitivas porque o estabelecimento dos avanços nas tecnologias e na inovação da construção civil e também dos recursos de avaliação do ciclo de vida podem oferecer novos dados em *continuum*, trazendo contribuições para a melhoria dos processos de sustentabilidade.

Espera-se que este estudo e os indicadores encontrados nele possam se constituir como fonte de consulta para novos estudos e pesquisas sobre o tema.

Limitações do escopo do estudo e das conclusões

A principal limitação ocorreu na coleta de dados, onde existe resistência das empresas em divulgar dados internos de seus processos, bem como os custos que envolvem a coleta de dados localizados.

A fronteira do sistema foi uma limitação importante, principalmente no que se refere à inclusão de dados de manutenção dos elementos estruturais da superestrutura das pontes.

A literatura é escassa quanto a publicações relativas às pontes de pequenos vãos, de características para rodovias rurais e vicinais.

A seleção das pontes de pequenos vãos para rodovias rurais e vicinais restringiu o âmbito da pesquisa.

Devido ao número expressivo de produtos e processos, a falta de análise de sensibilidade das variáveis pode indicar variação nos resultados obtidos.

A conclusão limitou-se a responder aos objetivos e ao questionamento formulados para a pesquisa.

Sugestão para trabalhos futuros

Desenvolver procedimentos para o dimensionamento otimizado dos modelos propostos de pontes biapoiadas, variando-se parâmetros como o número de longarinas, as seções transversais (longarinas e lajes) e o vão. Analisar suas influências do ponto de vista da sustentabilidade e verificar que sejam aplicáveis em projetos executivos de pontes de pequenos vãos.

Elaborar avaliação social no ciclo de vida S-ACV na superestrutura das pontes e aplicar metodologias de critérios de tomada de decisão com os três pilares da sustentabilidade com objetivo de encontrar indicadores de sustentabilidade para orientar os tomadores de decisão na escolha dos modelos mais sustentáveis no projeto de construção de pontes.

Com o objetivo de aprimorar os indicadores de sustentabilidade das superestruturas de pontes, com foco na utilização efetiva na fase de elaboração de projetos de pontes, sugerimos continuação de estudos com aplicação da análise de sensibilidade nas bases de dados.

Tendo em vista que no Brasil ainda não há políticas bem definidas sobre precificação de CO₂eq, e que segundo Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, existe uma meta hipotética de redução de 15% das emissões no ano de 2030, o autor sugere que se elabore estudos com parâmetros de precificação praticados internacionalmente com objetivo de motivar as empresas do país.

REFERÊNCIAS

- ADEMOVIĆ, Naida. Sustainable development and concrete bridges. **Conference: XVII Anniversary International Scientific Conference By Construction And Architecture Vsu**, 2018.
- AHLBORN, Tess. Sustainability: for the concrete bridge engineering community. **Perspective**, p.16-8, 2008.
- AKIYAMA, Mitsuyoshi; FRANGOPOL, Dan M.; ISHIBASHI, Hiroki. Toward life-cycle reliability-, risk- and resiliencebased design and assessment of bridges and bridge networks under independent and interacting hazards: emphasis on earthquake, tsunami and corrosion. **Structure and Infrastructure Engineering**, v.16, n.1, p.26-50, 2019.
- ALMEIDA, Joana Maria Martins Rosa Maia de Oliveira. **Sistema de gestão de pontes com base em custos de ciclo de vida**. 380f. 2013. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil) – Porto, Portugal: Universidade do Porto – Faculdade de Engenharia, ago. 2013b.
- ALMEIDA, Joana O.; TEIXEIRA, Paulo F.; DELGADO, Raimundo M. Life cycle cost optimisation in highway concrete bridges management. **Structure and Infrastructure Engineering**, v. 11, n.10, p.1263-76, 2015.
- ALMEIDA, José Carlos Costa de. **Estudo do ciclo de vida de pontes rodoviárias sistema de apoio a análise comparativa dos custos ao longo do ciclo de vida de diferentes soluções para pontes rodoviárias de betão armado**. 558f. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Braga, Portugal: Universidade do Minho, jan. 2013a.
- AMERICA PERFURAÇÕES E CORTES EM CONCRETO. **Demolição de pontes e viadutos – Rio Claro, São Paulo**. 2019. Disponível em: <http://americaperfuracoes.com.br/project/demolicao-de-pontes-e-viadutos-rio-claro-sao-paulo/>. Acesso em: 19 set. 2019.
- ARAPEL. **Resumo público do plano de manejo rev. 07**. Mar. 2011. Disponível em: <http://www.araapel.com.br/wp-content/uploads/2012/11/planodemanejo1.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2017.
- ARYA, Chanakya; AMIRI, Ali; VASSIE, Perry. A new method for evaluating the sustainability of bridges. **Structures and Buildings**, v.168, n.SB6, p.441-53, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE – ABIMCI. Fluxograma de produção de madeira serrada. **Artigo Técnico**, n.18, p.1-3, maio 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia básico de utilização do cimento portland**. 7. ed. São Paulo: ABCP, 2002. 28p. (BT-106)
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **ABNT NBR ISO 14040:2009: gestão ambiental – avaliação do ciclo de vida – princípios e estrutura**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT jun. 2009b. 21p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO 14044:** Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - requisitos e orientações. Rio de Janeiro: ABNT, 2009a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12721:2007:** avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios – procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 9 abr. 2007.91p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 6118:2014** **Projeto e execução de obras de concreto armado.** 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2014. 221p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7480:2007:** **Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – especificação.** Rio de Janeiro: ABNT, mar. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7188:2013:** **Carga móvel rodoviária e de pedestres em ponte, viadutos, passarelas e outras estruturas.** 2. ed. Rio de Janeiro: 11 nov. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7212:2012:** **Execução de concreto dosado em central – procedimento.** 2. ed. Rio de Janeiro: 7 set. 2012.16p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 14859-1:2002:** **Laje pré-fabricada – Requisitos. Parte 1: Lajes unidirecionais.** Rio de Janeiro: 7 jul. 2002.15p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 19783:2015:** **Aparelhos de apoio de elastômero fretado - Especificação e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro: 27 nov. 2015.24p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7187:2003** **Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido.** Rio de Janeiro: ABNT, 2003. 11p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7211:2005.** Agregados para concreto – especificação. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 29 abr. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 13245:2011.** Tintas para construção civil — Execução de pinturas em edificações não industriais — Preparação de superfície. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 16697:2018.** Cimento Portland – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

BADER, Pascal. Sustentabilidade: do modelo à implementação. **Revista Eco 21**, edição 184, 2012. Disponível em: <http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=2690>. Acesso em: 12 jul. 2017.

BALOGUN, Teslim B. *et al.* Sustainability of bridge maintenance. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Bridge Engineering**, v.172, n.1, p. 54-64, march, 2019.

BANSAL, S.; SINGH, A.; SINGH, S. K. Sustainability evaluation of two iconic bridge corridors under construction using Fuzzy Vikor technique: A case study. **Revista ALCONPAT**, v.7, n.1, p. 1-14, 2017.

BARRINGER, Paul H. A life cycle cost summary. **International Conference of Maintenance Societies**, 2003.

BIZJAK, Karmen Fifer; LENART, Stanislav. Life cycle assessment of a geosynthetic-reinforced soil bridge system – a case study. **Geotextiles and Geomembranes**, n. 46, p.543-58, 2018.

BIZJAK, Karmen Fifer *et al.* Environmental life cycle assessment of railway bridge materials using UHPFRC. **RMZ - M&G**, v. 63, p. 183-98, 2016.

BJÖRKLUND A. E. Survey of Approaches to Improve Reliability in LCA. **International Journal of Life Cycle Assessment** 7 (2): 64-72. 2002.

BOOMEN, M. van den; SCHOENMAKER, R.; WOLFERT, A. R. M. A life cycle costing approach for discounting in age and interval replacement optimisation models for civil infrastructure assets. **Structure and Infrastructure Engineering**, v.14, n.1, p.1-13, 2017.

BRASIL. Advocacia-Geral da União (AGU). Consultoria-Geral da União. **Manual: implementando licitações sustentáveis na Administração Pública Federal**. Brasília: AGU, 2013. 60 p.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DER. **Manual de projeto de obras-de-arte especiais**. Rio de Janeiro: DER - Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico, Divisão de Capacitação Tecnológica, 1996.225p.

BRASIL. Ministério dos Transportes - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (010/2004 - PRO). **Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – Procedimento**. Diretoria de Planejamento e Pesquisa/IPR, 2004a. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/procedimento-pro/dnit010_2004_pro.pdf. Acesso em: 24 jun. 2017.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Licitações e contratos: orientações e jurisprudência do TCU**. 4. ed. Brasília: TCU, Secretaria-Geral da Presidência : Senado Federal, Secretaria Especial de Editoração e Publicações, 2010.

BRIBIAN, Ignacio Zabalza; CAPILLA, Antonio Valero; USÓN Alfonso Aranda. Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential. **Building and Environment**, n. 46, p.1133-1140, 2011.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION - BSI. **BS 7543:1992**: guide to durability of buildings and buildings elements, products and components. London: BSI, march 1992. 48 p.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **O que é SINAPI?** 2019. Disponível em: http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/assistencia_tecnica/produtos/repasses/mobilidade_urbana/pre_contratual/sinapi.asp. Acesso em: 17 ago. 2019.

CAMPOS, A. C. Todos os países da ONU adotam a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. In: **Agência Brasil**, 25 set. 2015. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-09/paises-adotam-na-onu-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 25 mar. 2017.

CHEHEBE, J. R. B. **Análise do ciclo de vida de produtos**: ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

COLLINGS, David. An environmental comparison of bridge forms. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Bridge Engineering**, n. 159, p.163-8, december 2006.

CONSTRUTORA SARAIVA LEÃO. **Defensas em concreto**. 2019. Disponível em: <http://saraivaleao.com.br/servicos-defensas.php>. Acesso em: 19 set. 2019.

DAVIS LANGDON *MANAGEMENT CONSULTING* 2007. **Life Cycle Costing (LCC) as a contribution to sustainable construction**: a common methodology; final methodology. Published at European Commission web page. 1 maio 2007. Disponível em: <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/5060/attachments/1/translations/en/renditions/native>. Acesso em: 10 jul. 2017.

De LEÓN, David; HONORATO, Juan Carlos. Tiempo estimado para mantenimiento de un puente de concreto reforzado expuesto a corrosión en el valle de toluca aplicando criterios probabilistas. *Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo*, v. 6, n. 2, p.80-96, jan./jun. 2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DER. **Referencial de preços de serviços**. 2016. Disponível em: <http://www.der.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=98>. Acesso em: 12 jul. 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **Sicro 2 – Com desoneração**. Paraná: Diretoria Executiva Coordenação-Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes, nov. 2016. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/custos-e-pagamentos/sicro-2/sul/parana/2016/novembro/parana-novembro-2016>. Acesso em: 12 jul. 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço**. 26 jun. 2006. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/dnit031_2006_es.pdf. Acesso em: 8 out. 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **Manual de inspeção de pontes rodoviárias**. 2. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2004. 253p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. NORMA DNIT 109/2018. **PRO Obras complementares - Segurança no tráfego rodoviário – Projeto de barreiras de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro: DNIT, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **Relatório Analítico de Composições de Custos**. Out. 2019, p.1561. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/custos-e-pagamentos/sicro/sul/parana/2019/outubro/outubro-2019>. Acesso em: 23 out. 2019.

DIAS JUNIOR, Gilson Dal Bosco; PALARO, Kleber Leonardo. **Avaliação da necessidade de readequação de estradas rurais**: estudo de caso em trecho de estrada não pavimentada no município de Pato Branco (PR). 2014. 106f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, Pato Branco, 2014.

DONG, You; FRANGOPOL, Dan M. Probabilistic time-dependent multihazard life-cycle assessment and resilience of bridges considering climate change. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 30, n.5, p.1-12, october 2016.

DONG, You; FRANGOPOL, Dan M.; SAYDAM, Duygu. Time-variant sustainability assessment of seismically vulnerable bridges subjected to multiple hazards. **Earthquake Engng Struct. Dyn**, n. 42, p.1451-67, 2013.

DU, Guangli; KAROUMI, Raid. Life cycle assessment of a railway bridge: comparison of two superstructure designs. **Structure and Infrastructure Engineering: Maintenance, Management, Life-Cycle Design and Performance**, v.9, n.11, p.1149-60, 2013.

DU, Guangli *et al.* Life cycle assessment as a decision support tool for bridge procurement: environmental impact comparison among five bridge designs. **Int J Life Cycle Assess**, n.19, p.1948-64, 2014.

DU, Guangli. **Life cycle assessment of bridges, model development and case studies**. Doctoral Thesis pelo Royal Institute of Technology, Brinellvägen 8, Estocolmo, 2015.

DU, Guangli *et al.* Life cycle assessment as a decision support tool for bridge procurement: environmental impact comparison among five bridge designs. **Int J Life Cycle Assess**, n.19, p.1948–64, 2014.

ECOPONTES. **Pontes Mistas EcoMix (Pontes de Concreto e Aço)**. 2019. Disponível em: <https://www.ecopontes.com.br/produtos-ver/pontes-mistas-ecomix/16>. Acesso em: 31 out. 2019.

EL DEBS, Mounir Khalil. **Concreto pré-moldado**: fundamentos e aplicações. São Carlos: EESC, USP, 2000.

EL DEBS, Mounir Khalil; TAKEYA, Toshiaki. **Introdução às pontes de concreto**: texto provisório de apoio à disciplina SET – 412. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em: <http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/pontes/Apost.%20Pontes%20-%20Mounir-Takeya.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2017.

EUROPEAN COMMISSION - JOINT RESEARCH CENTRE - INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY. **International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook**: review schemes for life cycle assessment. First edition March 2010. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2010.

FAM – CONSTRUÇÕES METÁLICAS PESADAS. **Perfil soldado – viga soldada**. 2019. Disponível em: <http://perfilsoldado.com.br/>. Acesso em: 19 set. 2019.

FAUZI, Rizal Taufiq *et al.* Exploring the current challenges and opportunities of life cycle sustainability assessment. **Sustainability**, v.11, n. 636, p.1-17, 2019.

FERREIRA, José Vicente Rodrigues. **Análise de ciclo de vida dos produtos**. 80f. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia do Ambiente) – Viseu, Portugal: Instituto Politécnico de Viseu, 2004.

FOLHA DO BICO. **Ponte da Rua Eudes Pires é concretada no Santa Rita, em Imperatriz-MA**. 13 dez. 2017. Disponível em: <https://www.folhadobico.com.br/ponte-da-rua-eudes-pires-e-concretada-no-santa-rita-em-imperatriz-ma/>. Acesso em: 19 set. 2019.

FURUTA, Hitoshi *et al.* Optimal bridge maintenance of large number of bridges using robust genetic algorithm. **Structures Congress**, p.2282-91, 2014.

GARCÍA-SEGURA, Tatiana; PENADÉS-PLÀ, Vicent; YEPES, Víctor. Sustainable bridge design by metamodel-assisted multi-objective optimization and decision-making under uncertainty. **Journal of Cleaner Production**, n. 202, p.904-15, 2018.

GOH, Kai Chen; YANG, Jay. **Developing a life-cycle costing analysis model for sustainability enhancement in road infrastructure project**. In: Rethinking Sustainable Development: Planning, Infrastructure Engineering, Design and Managing Urban Infrastructure, 26 March 2009, Queensland University of Technology, Brisbane, Queensland.

GRUBB, Michael *et al.* **Load and Resistance Factor Design (LRFD) For Highway Bridge July 2015 Superstructures - Reference Manual**. Federal Highway Administration: National Highway Institute, July 2015. Disponível em: <https://www.fhwa.dot.gov/bridge/pubs/nhi15047.pdf>. Acesso em: 31 out. 2019.

GRUPO ZANCANARO. **Britador Zancanaro**. 2017. Disponível em: <http://www.grupozancanaro.com/obra/britador-zancanaro/>. Acesso em: 21 jul. 2017.

GUIA PMBOK. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**. Sexta edição. Newton Square, PA: Project Management Institute, 2017.

HAAK, Annika Juliane. Life-cycle-cost evaluation of bridges with fiber-reinforced polymers (FRP). **Open Access Master's Theses**, 2018. Disponível em: <https://digitalcommons.uri.edu/theses/1290>. Acesso em: 15 ago. 2019.

HABERT, Guillaume *et al.* Reducing environmental impact by increasing the strength of concrete: quantification of the improvement to concrete bridges. **Journal of Cleaner Production**, n.35, p.250-62, 2012.

HAMMERVOLD, Johanne; REENAAS, Marte; BRATTEBO, Helge. Environmental life cycle assessment of bridges. **J. Bridge Eng.**, v.18, n.2, p.153-61, 2013.

HATAMI, Afshin; MORCOUS, George. Life-cycle cost assessment for bridge management: an application to nebraska bridges. **Computing In Civil And Building Engineering**, p. 1779-87, 2014.

HAUGBØLLE, Kim; RAFFNSØE, Lau M. Rethinking life cycle cost drivers for sustainable office buildings in denmark. **Facilities**, v. 37, n. 9/10, p. 624-638, 2019.

HAWK, Hugh. **Bridge life-cycle cost analysis**. Washington, D.C.: National Cooperative Highway Research Program: report 483, 2003.

HORVATH, Arpad; HENDRICKSON, Chris. Steel versus steel-reinforced concrete bridges: environmental assessment. **J. Infrastruct. Syst.**, v.4, n.3, p. 111-17, 1 september 1998.

HUIJBREGTS, M. A. J. *et al.* ReCiPe2016: a harmonised life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. **Int J Life Cycle Assess**, n. 22, p.138-47, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-016-1246-y>. Acesso em: 12 set. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9270-sistema-nacional-de-pesquisa-de-custos-e-indices-da-construcao-civil.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 16 ago. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Áreas dos municípios: o que é**. 18 mar. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 8 out. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA – IBICT. **Manual do sistema ILCD**: sistema internacional de referência de dados do ciclo de vida de produtos e processos – guia geral para avaliações do ciclo de vida – orientações detalhadas. Brasília, DF: Ibict, 2014a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA – IBICT. **Desenvolvimento sustentável e avaliação do ciclo de vida**. Brasília: Ibict : CNI, 2014b. 33 p.

ITOH, Y. *et al.* Study on bridge type selection system considering environmental impact. **Journal of Construction Management and Engineering**, v. 553, n.VI-33, p.187-199, 1996.

JANJUA, Shahana Y.; SARKER, Prabir K.; BISWAS, Wahidul K. A review of residential buildings' sustainability performance using a life cycle assessment approach. **Journal Sustainability Research**, n.1, june 2019.

JENSEN, Allan Astrup *et al.* Life-cycle assessment (LCA) – a guide to approaches, experiences and information sources. European Environmental Agency, n. 6, august 1997.

KERE, Kiswendsida, J.; HUANG, Qindan. Life-cycle cost comparison of corrosion management strategies for steel bridges. **J. Bridge Eng.**,v. 24, n.4, 2019.

KIM, Kyong Ju *et al.* Life cycle assessment based environmental impact estimation model for pre-stressed concrete beam bridge in the early design phase. **Environmental Impact Assessment Review**, n.64, p.47-56, 2017.

KRIPKA, Moacir; YEPES, Victor; MILANI, Cleovir José. Selection of sustainable short-span bridge design in Brazil. **Sustainability**, n.11, p.1-12, 2019.

KUHLMANN, Ulrike *et al.* Ganzheitliche bewertung von stahl-und verbundbrücken nach kriterien der nachhaltigkeit. **Stahlbau**, v. 80, n.10, p.703-10, 2011.

KUHLMANN, Ulrike *et al.* Nachhaltigkeitsanalysen von Stahlverbundbrücken - Ganzheitliche Bewertung von Autobahnbrücken mit Hilfe von quantitativen Methoden. **Stahlbau**, v. 83, edição 7, p.476-486, 2014.

LANGDON, Davis. **Life Cycle Costing (LCC) as a contribution to sustainable construction**: a common methodology. Davis Langdon Management Consulting, may 2007.

LE QUÉRÉ, Corinne *et al.* Global carbon budget. **Earth Syst. Sci. Data**, n. 10, p. 2141–2194, 2018.

LEIVA, Esperanza Haya. **Análisis de ciclo de vida**. Escuela de Organización Industrial, 2016. Disponível em: <https://www.eoi.es/es/file/66611/download?token=BTXaL249>. Acesso em: 9 jul. 2019.

LEONHARDT, F. **Construções de concreto**: princípios básicos da construção de pontes de concreto. Rio de Janeiro: Interciência, 1979.

LEWANDOWSKA, Anna *et al.* Environmental life cycle assessment (LCA) as a tool for identification and assessment of environmental aspects in environmental management systems (EMS). Part 2: case studies. **Int J Life Cycle Assess**, n. 16, p.247-57, 2011.

LI, Y *et al.* Resilience and sustainability: an integrated method for quantitative assessment of a bridge – a case study. 22 International nd Conference on Urban Transport and the Environment. WIT Transactions on The Built Environment, v. 164, 2016.

LI, X; GUO, L. Study on civil engineering sustainable developmet strategy. **3rd International Conference on Management, Education, Information and Control**, p.405-12, 2015.

LIFE CYCLE INITIATIVE. What is life cycle thinking? Jun. 2017. Disponível em: <http://www.lifecycleinitiative.org/starting-life-cycle-thinking/what-is-life-cycle-thinking/>. Acesso em: 28 jun. 2017.

LINDFORS, V.; LAURILA, T.; HONGISTO, M. Estimation of hydrocarbon emissions from forests in Finland. In: Tolvanen, M., Anttila P. & Kämäri J. (eds.). **Proceedings of the 10th World Clean Air Congress**, Volume 1, Emissions and Control, The Finnish Air Pollution Prevention Society, 1995.

LONG, A. E. *et al.* Sustainable bridge construction through innovative advances. **Bridge Engineering**, v.161, n.4, p. 183-8, 2008.

LOPES, Denisse. Ponte da Rua Tobias Barreto, na Vila Nova, tem acesso liberado ao trânsito: sob investimentos municipais de cerca de R\$ 745 mil, a nova estrutura de concreto substituiu antigo pontilhão de madeira. In: **Prefeitura de Blumenau**, 11 fev. 2016. Disponível em:

<https://www.blumenau.sc.gov.br/secretarias/secretaria-de-infraestrutura-urbana/semob/nova-ponte-da-rua-tobias-barreto-tem-acesso-liberado-ao-transito17>. Acesso em: 19 set. 2019.

MACEK, Daniel; SNÍŽEK, Václav. Innovation in bridge life-cycle cost assessment. **Procedia Engineering**, n. 196, p. 441-6, 2017.

MAIER, P. *et al.* Obras de arte mistas – análise holística aplicada a casos europeus. **7º Congresso Rodoviário Português - Novos Desafios para a Atividade Rodoviária**, 10 a 12 abr. 2013. Disponível em: www.crp.pt/docs/A45S139-5_Art_T6a_7CRP_2013.pdf. Acesso em: 29 jun. 2017.

MARA, V. *et al.* Comparative study of different bridge concepts based on life-cycle cost analyses and life-cycle assessment. **Conference: Asia-Pacific Conference on FRP in Structures – APFIS**, december 2013.

MARCHETTI, O. **Pontes de concreto armado**. São Paulo: Blucher, 2008.

MARTIN, Andrew J. Concrete bridges in sustainable development. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Engineering Sustainability**, n. 157, p.219-30, december 2004.

MASCIA, Nilson Tadeu; SARTORTI, Artur Lenz. Identification and analysis of pathologies in bridges of urban and rural roads. *Revista Ingeniería de Construcción*, v. 26, n.1, p.5-24, abr. 2011.

MATOS, José *et al.* Life cycle cost, as a tool for decision making on concrete infrastructures. In: Hordijk D., Luković M. (eds) **High Tech Concrete: Where Technology and Engineering Meet**, p.1832-9, 2018.

MILANI, C. J. **Subsídios para o diagnóstico das pontes do sistema viário do município de Pato Branco – Paraná**. 2010. 216f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Passo Fundo - Universidade de Passo Fundo, 2010.

MILANI, Cleovir José; KRIPKA, Moacir. Evaluation of short span bridge projects with a focus on sustainability. **Structure and Infrastructure Engineering**, p.1-15, sep., 2019.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL. **Transporte rodoviário**. 3 dez. 2014. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br/transporte-rodoviario-relevancia.html>. Acesso em: 12 jul. 2017.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Relatório de Fiscalização**. 2016. Disponível em: <https://auditoria.cgu.gov.br/download/10194.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2018.

MOV00642. SambaibaCD219, 2014. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=jKYNsC4jk88>. Acesso em: 19 set. 2019.

NAÇÕES UNIDAS. Adoção do Acordo para Paris. In: **Conferência das Partes, Vigésima primeira sessão**. Paris, 30 nov. a 11 dez. 2015.

NAVARRO, Ignacio J.; YEPES, Víctor; MARTÍ, José V. Social life cycle assessment of concrete bridge decks exposed to aggressive environments. **Environmental Impact Assessment Review**, n.72, p.50-63, 2018.

NEXT.DOC. Estudo NEXT: 6 tendências de sustentabilidade para a indústria da construção. Edição 40, p.9, fev. 2016.

NIELSEN, Dwayne; RAMAN, Dhamodharan; CHATTOPADHYAY, Gopinath. Life cycle management for railway bridge assets. **Proc IMechE Part F: J Rail and Rapid Transit**, v.227, n.5, p.570-81, 2013.

NIGRI, Elbert Muller *et al.* Assessing environmental impacts using a comparative LCA of industrial and artisanal production processes: “Minas Cheese” case. **Food Sci. Technol**, v. 34, n.3, p. 522-31, july-sept. 2014.

NISHIBAYASHI, M.; KANJO, N.; KATAYAMA, D. Toward more practical BMS: its application on actual budget and maintenance planning of a large urban expressway network in Japan. In: CRUZ, Paulo J. S.; FRANGOPOL, Dan M.; NEVES, Luis C. (eds). **Bridge, maintenance, safety, management, life-cycle performance and cost**. London: Taylor & Francis Group, 2006.p.915-6.

O'BORN, Reyn. Life cycle assessment of large scale timber bridges: a case study from the world's longest timber bridge design in Norway. **Transportation Research Part D**, n. 59, p. 301–12, 2018.

OKANO, Kenji. Life cycle costing - an approach to life cycle cost management: A consideration from historical development. **Asia Pacific Management Review**, v. 6, n.3, p. 317-341, 2001.

OLIVERA, Andrés; CRISTOBAL, Stella; SAIZAR, Carlos. Análisis de ciclo de vida ambiental, económico y social: una herramienta para la evaluación de impactos y soporte para la toma de decisiones. **Innotec Gestión**, n. 7, p.20-7, 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU Brasil. **A ONU e o meio ambiente**. 2017. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>. Acesso em: mar. 2019.

PADGETT, Jamie E.; TAPIA, Citlali. Sustainability of natural hazard risk mitigation: life cycle analysis of environmental indicators for bridge infrastructure. **Journal of Infrastructure Systems**, n.19, p. 395-408, 2013.

PANG, Bo *et al.* Life cycle environmental impact assessment of a bridge with different strengthening schemes. **Int J Life Cycle Assess**, n. 20, p.1300-11, 2015.

PARANÁ. Secretaria do Desenvolvimento Urbano e de Obras Públicas – Paraná Edificações. **Custo de edificações**. Mar. 2019. Disponível em: <http://www.paranaedificacoes.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=6>. Acesso em: 16 ago. 2019.

PATO BRANCO. Prefeito Municipal. **Lei nº 3.786, de 9 de março de 2012**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pr/p/pato-branco/lei-ordinaria/2012/379/3786/lei-ordinaria-n->

3786-2012-dispoe-sobre-a-obrigatoriedade-da-realizacao-de-obras-de-pavimentacao-com-pedras-irregulares-somente-em-estradas-rurais-readequadas. Acesso em: 18 set. 2019.

PENADÉS-PLÀ, Vicent *et al.* Life-cycle assessment: a comparison between two optimal post-tensioned concrete box-girder road bridges. **Sustainability**, n.9, p.1-21, 2017.

PENADÉS-PLÀ, Vicent **Aplicación de la toma de decisión multi-criterio al diseño sostenible de puentes de hormigón**. 2017. 95 f. Tesis de Máster (Máster Universitario en Ingeniería) - Universitat Politècnica de València, Valência, Espanha, 2017.

PENADÉS-PLÀ, Vicent *et al.* Study of criteria used to obtain a sustainable bridge. **Resilient Structures and Sustainable Construction**, 2017.

PENADÉS-PLÀ, Vicent *et al.* An optimization-LCA of a prestressed concrete precast bridge. **Sustainability**, v. 10, n. 685, p.1-17, 2018.

PENADÉS-PLÀ, Vicent *et al.* A review of multi-criteria decision-making methods applied to the sustainable bridge design. **Sustainability**, v.8, n. 1295, p.1-21, 2016.

PEREIRA, Alencar. Caminhão que caiu da ponte é resgatado em Palmas. In: **RBJ**, 16 abr. 2016. Disponível em: <http://www.rbj.com.br/seguranca/caminhao-que-caiu-da-ponte-e-resgatado-em-palmas-0123.html>. Acesso em: 12 jul. 2017.

PEREIRA, N. “O Brasil precisa de dois milhões de pontes”, diz engenheiro do DER na Semana de Engenharia Civil: no Paraná, mais de 400 pedidos de pontes rurais foram encaminhados ao DER no último ano. **Jornal de Beltrão**, 20 set. 2017. Disponível em: <http://www.jornalbeltrao.com.br/noticia/265139/o-brasil-precisa-de-dois-milhoes-de-pontes--diz--engenheiro-do-der-na-semana-de-engenharia-civil>. Acesso em: 18 fev. 2019.

POPA, Nicoleta *et al.* Holistic approach to sustainability of bridges. **Steel Construction**, v. 11, n. 3, p. 179-83, 2018.

PORTAL BRASIL. **Acordo de Paris sobre o clima entra em vigor nesta sexta (4)**. 4 nov. 2016. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2016/11/acordo-de-paris-sobre-o-clima-entra-em-vigor-nesta-sexta-4>. Acesso em: 04 maio 2017.

POSSAN, Edna; DEMOLINER, Carlos Alberto. Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral. **Revista Técnico Científica do CREA-PR**, n.1, p. 2013.

PREFEITURA DE JOINVILLE. **Prefeitura de Joinville e Defesa Civil Estadual instalam kit de transposição na Estrada dos Portugueses**. 2019. Disponível em: <https://wwwold.joinville.sc.gov.br/noticia/11591-prefeitura+de+Joinville+e+Defesa+Civil+Estadual+instalam+kit+de+transposi%C3%A7%C3%A3o+na+Estrada+dos+Portugueses.htm>. Acesso em: 31 out. 2019.

PRĪKRYL, R. *et al.* **Geomaterials in construction and their sustainability: understanding their role in modern society**. Sustainable Use of Traditional Geomaterials in Construction Practice. Geological Society, London, Special Publications, n. 416, p.1–22, february 2016.

PROTENSUL **PRÉ-FRABRICADOS DE CONCRETO**. 2019. Disponível em: <http://www.protensul.com.br/index.php?cmd=empresa>. Acesso em 19 set. 2019.

RAHMAN, S.; VANIER, D. J. Life cycle cost analysis as a decision support tool for managing municipal infrastructure. **CIB 2004 Triennial Congress**, p. 1-12, 2-9 may, 2004.

RANTALA, Tuomo. **Life cycle analysis of Mälkiä Canal Bridge**. Helsinki: Liikennevirasto, 2010.

REBITZER, Gerald *et al.* Economic aspects in life cycle management. In: JENSEN, Allan Astrup; REMMEN, Arne (edits.). **Background report for a UNEP guide to life cycle management - a bridge to sustainable products**. Paris, France: UNEP, february 2006.p.76-86.

RELATÓRIO BRUNDTLAND. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

RENATO, Sergio. Ponte nova da Avenida Zumbi dos Palmares, em Itaipuaçu, recebe asfalto e será aberta nesta sexta-feira. In: **Prefeitura de Maricá**, 13 jul. 2017. Disponível em: <https://www.marica.rj.gov.br/2017/07/13/ponte-nova-da-avenida-zumbi-dos-palmares-em-itaipuacu-recebe-asfalto-e-sera-aberta-nesta-sexta-feira/>. Acesso em: 19 set. 2019.

RIBEIRO, Paulo Trigo. Experiência de ACV na Europa. In: CHERUBINI, Edivan. **Diálogos Setoriais Brasil e União Europeia: desafios e soluções para o fortalecimento da ACV no Brasil**. Brasília: Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia - Ibict, 2015.p.24-98.

RUUSKA, Antti; HÄKKINEN, Tarja. Material efficiency of building construction. **Buildings**, n. 4, p.266-294, 2014.

RYDÉN, Michaéla. **Impact of different concrete types on the LCA of NCC Composite bridge**. Degree Project In Master & Apos; S Programme, Civil And Architectural Engineering. Stockholm, Sweden: Royal Institute of Technology (KTH), 2015.

SABATINO, Samantha; FRANGOPOL, Dan M.; DONG, You. Sustainability-informed maintenance optimization of highway bridges considering multi-attribute utility and risk attitude. **Engineering Structures**, n.102, p. 310-21, 2015.

SAFI, Mohammed Abed El-Fattah. **LCC Applications for Bridges and Integration with BMS**. Stockholm, Sweden: Royal Institute of Technology (KTH), Department of Civil and Architectural Engineering, Division of Structural Engineering and Bridges, february 2012.

SAFI, Mohammed; SUNDQUIST, Håkan; KAROUMI, Raid. Cost-efficient procurement of bridge infrastructures by incorporating life-cycle cost analysis with bridge management systems. **J. Bridge Eng.**, v. 20, n.6, 2015.

SAFI, Mohammed; SUNDQUIST, Håkan; KAROUMI, Raid. Life-cycle costing integration with bridge management systems. **Civil Engineering and Architecture**, v. 2, n.1, p. 11-23, 2014.

SAGEMO, Amanda; STORCK, Linnea. **Comparative study of bridge concepts based on life-cycle cost analysis and lifecycle assessment**. 191f. 2013. Master's Thesis (Master of Science Thesis in the Master's Programme Structural Engineering and Building Technology) - Göteborg, Sweden: Chalmers University of Technology, 2013.

SANTOS, Maria Fernanda Nóbrega dos *et al.* Importância da avaliação do ciclo de vida na análise de produtos: possíveis aplicações na construção civil. **GEPROS - Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Ano 6, n. 2, p.57-73, abr-jun. 2011.

SARIDAKI, Maria; PSARRA, Magdalini; HAUGBØLLE, Kim. Implementing life-cycle costing: data integration between design models and cost calculations. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 24, p.14-32, 2019.

SCHMITZ, R. J. **Estruturas mistas**: projeto de uma ponte. 2014. 147f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

SCOPE, Christoph *et al.* **Uncertainty in life cycle costing for long-range infrastructure**. Part II: guidance and suitability of applied methods to address uncertainty. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, v.21, n.8, p. 1170-84, august 2016.

SHIM, Hyung Seop; LEE, Seung Hyun. Developing a probable cost analysis model for comparing bridge deck rehabilitation methods. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 20, n.1, p.68-76, 2016.

SICHE, J. R. *et al.* Sustainability of nations by indices: comparative study between environmental sustainability index, ecological footprint and the emergy performance indices. **Ecological Economics**, p.628-37, july 2008.

SILVA, Daniela da *et al.* A importância da sustentabilidade para a sobrevivência das empresas. **Empreendedorismo, Gestão e Negócios**, v. 5, n. 5, p. 74-91, mar. 2016.

SIMAPRO. **SimaPro database manual methods library**. San Francisco, California, april 2016. Disponível em: <https://www.pre-sustainability.com/download/DatabaseManualMethods.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2017.

SOMBRIO, Catarina Moraes de Oliveira. **ACV de painéis de blocos cerâmicos e concreto armado**: um exercício de aplicação do manual do ILCD. 2015. 138f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Brasília: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, 2015.

STEELE, K. *et al.* **The application of life cycle assessment technique in the investigation of brick arch highway bridges**. Proc., Conf. for the Engineering Doctorate in Environmental Technology, 2002.

STUCCHI, F. R. **PEF-2404**: pontes e grandes estruturas (notas de aula). São Paulo: Universidade de São Paulo – Escola Politécnica, 2006.

SWARR, Thomas E. *et al.* Environmental life-cycle costing: a code of practice. **Int J Life Cycle Assess**, n.16, p.389-91, 2011.

SWEDISH INSTITUTE FOR STANDARDS – SIS. SWEDISH STANDARD. **SS-ENV 206**: concrete - Performance, production, placing and compliance criteria. Stockholm Sweden, 2007. Disponível em: <https://www.sis.se/en/produkter/construction-materials-and-building/structures-of-buildings/concrete-structures/ssenv206/>. Acesso em: 31 out. 2019.

TAPIA, Citali. **Pursuing life-cycle sustainability for bridges subjected to multiple threats.** Master of Science. 2014. 137f. Houston, Texas, december 2014.

THOFT-CHRISTENSEN, Palle. User costs in life-cycle cost-benefit (LCCB) analysis of bridges. In: CRUZ, Paulo J. de Sousa; FRANGOPOL, Dan M.; NEVES, Luis C. Canhoto (eds). **Bridge maintenance, safety, management, life-cycle performance and cost.** London: Taylor & Francis Group, 2006.

TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil:** consultoria, projeto e execução. São Paulo: Editora Pini, 2006.

TORRES, Levi. É possível vender agregado reciclado num mercado tão tradicional como a construção civil? In: **Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição – ABRECON**, 20 fev. 2017. Disponível em: <https://abrecon.org.br/e-possivel-vender-agregado-reciclado-num-mercado-tao-tradicional-como-construcao-civil/>. Acesso em: 19 set. 2019.

TUPAMÄKI, O. Total LCC and Sustainable Construction. 2nd **International Symposium ILCDES 2003**, p.103-9. Integrated Life-time Engineering of Buildings and Civil infrastructures, Kuopio, Finland, 2003.

UDDIN, W.; HUDSON, R.; HASS, R. **Public infrastructure asset management, second edition.** New York: McGraw-Hill Professional, 2013.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNPE. **Life cycle management a business guide to sustainability**, 2007.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Life cycle approaches:** the road from analysis to practice. Paris, France: UNEP, 2005.

VEGANZONES MUÑOZ, José Javier *et al.* Life-cycle cost analysis as a tool in the developing process for new bridge edge beam solutions. **Structure and Infrastructure Engineering**, v.49, p.1737-46, 2016.

VILLALOBOS-VEGA, Esteban; VARGAS, Sofia Vignoli. La dimensión social del arte de la ingeniería estructural: el caso de la durabilidad y los puentes integrales. **Congreso Estructuras 2017, XIV Seminario de Ingeniería Estructural y Sísmica.** San José, Costa Rica, 10 a 11 ago. 2017.

WAAS, Tom *et al.* Sustainable development: a bird's eye view. **Sustainability**, v. 3, p.1637-61, 2011.

WOODWARD, David G. Life cycle costing--theory, information acquisition and application. **Internattonal Journal of Project Management**, v. 15, n. 6, p. 335-344, 1997.

XIE, Hui-Bing; WU, Wen-Jie; WANG, Yuan-Feng. Life-time reliability based optimization of bridge maintenance strategy considering LCA and LCC. **Journal of Cleaner Production**, n. 176, p.36-45, 2018.

YADOLLAHIA, Mohammadreza *et al.* A multi-criteria analysis for bridge sustainability assessment: a case study of Penang Second Bridge, Malaysia. **Life-Cycle Design and Performance**, v.11, n.5, p. 638-54, 2014.

YAVARI, Majid Solat *et al.* Environmental impact optimization of reinforced concrete slab frame bridges. **Journal of Civil Engineering and Architecture**, n.11, p.313-32, 2017.

YAVARI, Majid Solat; PACOSTE, Costin; KAROUMI, Raid. Structural optimization of concrete slab frame bridges considering investment cost. **Journal of Civil Engineering and Architecture**, n. 10, p. 982-94, 2016.

ZAMPORI, L. *et al.* *Guide for interpreting life cycle assessment result*. **JRC Science Hub**, Publications Office of the European Union; 2016. Disponível em: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104415/lb-na-28266-en-n.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2019.

ZAPAROLLI, Domingos. Brasil recicla 10 milhões de toneladas de aço por ano. **iG Economia**, 15 out. 2014. Disponível em: <https://economia.ig.com.br/empresas/industria/arcelormittalbrasil/2014-10-15/brasil-recicla-10-milhoes-de-toneladas-de-aco-por-ano.html>. Acesso em: 31 out. 2019.

ZHANG, Yu-Rong; WU, Wen-Jie; WANG, Yuan-Feng. Bridge life cycle assessment with data uncertainty. **Int J Life Cycle Assess**, n. 21, p.569-76, 2016.

Apêndice A

LISTA DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA O PROJETO DE PONTES
DE PEQUENOS VÃOS

Caracterização do potencial Impacto Ambiental (midpoint)

Apêndice B

LISTA DE DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA O PROJETO DE
PONTES DE PEQUENOS VÃOS

Avaliação de danos (midpoint)

Avaliação de danos (endpoint) - Categoria de dano: Saúde humana (figura 82)																											
	P1 M(S) 2V	P2 M(S) 3V	P3 M(S) 4V	P4 M(L) 2V	P5 M(L) 3V	P6 M(L) 4V	P7 IL 2V	P8 IL 3V	P9 IL 4V	P10 PT 3V	P11 PT 4V	P12 PT 5V	P13 PMA 3V	P14 PMA 4V	P15 PMA 5V	P16 PMA 6V	P17 PMB 4V	P18 PMB 5V	P19 PMB 6V	P20 PMC 4V	P21 PMC 5V	P22 PMC 6V	P23 PMD 5V	P24 PMD 6V	P25 PME 5V	P26 PMIL 6V	P27 PMIL 8V
6 m	1,68E-03	1,71E-03	1,70E-03	1,67E-03	1,69E-03	1,70E-03	3,48E-03	3,46E-03	3,56E-03	2,10E-03	2,10E-03	2,12E-03	2,07E-03	2,09E-03	2,13E-03	2,18E-03	2,20E-03	2,27E-03	2,24E-03	2,16E-03	2,18E-03	2,06E-03	1,88E-03	1,84E-03	2,20E-03	2,28E-03	2,11E-03
7 m	1,67E-03	1,73E-03	1,72E-03	1,68E-03	1,70E-03	1,72E-03	3,55E-03	3,55E-03	3,66E-03	2,19E-03	2,18E-03	2,19E-03	2,17E-03	2,19E-03	2,23E-03	2,23E-03	2,27E-03	2,33E-03	2,28E-03	2,22E-03	2,28E-03	2,09E-03	1,93E-03	1,85E-03	2,24E-03	2,31E-03	2,18E-03
8 m	1,66E-03	1,72E-03	1,71E-03	1,68E-03	1,70E-03	1,72E-03	3,55E-03	3,56E-03	3,68E-03	2,17E-03	2,17E-03	2,18E-03	2,16E-03	2,18E-03	2,23E-03	2,23E-03	2,27E-03	2,34E-03	2,25E-03	2,21E-03	2,26E-03	2,09E-03	1,91E-03	1,83E-03	2,24E-03	2,33E-03	2,18E-03
9 m	1,66E-03	1,72E-03	1,72E-03	1,69E-03	1,71E-03	1,72E-03	3,55E-03	3,58E-03	3,71E-03	2,16E-03	2,16E-03	2,17E-03	2,16E-03	2,19E-03	2,23E-03	2,25E-03	2,28E-03	2,35E-03	2,26E-03	2,22E-03	2,25E-03	2,09E-03	1,92E-03	1,85E-03	2,23E-03	2,35E-03	2,19E-03
10 m	1,65E-03	1,73E-03	1,71E-03	1,68E-03	1,71E-03	1,72E-03	3,54E-03	3,63E-03	3,74E-03	2,16E-03	2,16E-03	2,18E-03	2,16E-03	2,20E-03	2,25E-03	2,27E-03	2,29E-03	2,33E-03	2,28E-03	2,22E-03	2,26E-03	2,09E-03	1,91E-03	1,85E-03	2,24E-03	2,36E-03	2,18E-03
11 m	1,65E-03	1,73E-03	1,72E-03	1,69E-03	1,72E-03	1,73E-03	3,54E-03	3,68E-03	3,83E-03	2,20E-03	2,22E-03	2,19E-03	2,19E-03	2,22E-03	2,27E-03	2,27E-03	2,31E-03	2,37E-03	2,29E-03	2,24E-03	2,29E-03	2,11E-03	1,99E-03	1,88E-03	2,27E-03	2,39E-03	2,22E-03
12 m	1,64E-03	1,74E-03	1,71E-03	1,69E-03	1,72E-03	1,73E-03	3,54E-03	3,68E-03	3,83E-03	2,20E-03	2,22E-03	2,19E-03	2,19E-03	2,22E-03	2,27E-03	2,27E-03	2,30E-03	2,37E-03	2,29E-03	2,24E-03	2,29E-03	2,11E-03	2,00E-03	1,88E-03	2,27E-03	2,40E-03	2,22E-03
13 m	1,64E-03	1,76E-03	1,73E-03	1,70E-03	1,73E-03	1,75E-03	3,54E-03	3,77E-03	3,87E-03	2,27E-03	2,28E-03	2,29E-03	2,29E-03	2,31E-03	2,37E-03	2,35E-03	2,39E-03	2,46E-03	2,37E-03	2,32E-03	2,37E-03	2,17E-03	2,06E-03	1,92E-03	2,35E-03	2,45E-03	2,29E-03
14 m	1,64E-03	1,77E-03	1,74E-03	1,71E-03	1,73E-03	1,75E-03	3,55E-03	3,80E-03	3,96E-03	2,31E-03	2,28E-03	2,30E-03	2,29E-03	2,32E-03	2,38E-03	2,37E-03	2,40E-03	2,49E-03	2,40E-03	2,32E-03	2,39E-03	2,18E-03	2,05E-03	1,93E-03	2,37E-03	2,47E-03	2,32E-03
15 m	1,64E-03	1,78E-03	1,74E-03	1,71E-03	1,74E-03	1,76E-03	3,55E-03	3,83E-03	3,95E-03	2,32E-03	2,31E-03	2,29E-03	2,30E-03	2,33E-03	2,38E-03	2,39E-03	2,41E-03	2,50E-03	2,41E-03	2,34E-03	2,40E-03	2,18E-03	2,05E-03	1,95E-03	2,35E-03	2,49E-03	2,32E-03
16 m	1,64E-03	1,79E-03	1,75E-03	1,72E-03	1,75E-03	1,77E-03	3,55E-03	3,86E-03	4,02E-03	2,31E-03	2,31E-03	2,34E-03	2,30E-03	2,34E-03	2,40E-03	2,42E-03	2,45E-03	2,51E-03	2,44E-03	2,35E-03	2,41E-03	2,20E-03	2,04E-03	1,96E-03	2,37E-03	2,50E-03	2,36E-03
17 m	1,73E-03	1,80E-03	1,76E-03	1,72E-03	1,76E-03	1,77E-03	3,55E-03	3,90E-03	4,07E-03	2,29E-03	2,30E-03	2,35E-03	2,32E-03	2,36E-03	2,42E-03	2,43E-03	2,47E-03	2,55E-03	2,47E-03	2,36E-03	2,42E-03	2,22E-03	2,05E-03	1,98E-03	2,39E-03	2,52E-03	2,40E-03
18 m	1,63E-03	1,81E-03	1,76E-03	1,73E-03	1,77E-03	1,79E-03	3,55E-03	3,93E-03	4,09E-03	2,35E-03	2,30E-03	2,35E-03	2,32E-03	2,37E-03	2,43E-03	2,45E-03	2,49E-03	2,56E-03	2,50E-03	2,38E-03	2,43E-03	2,22E-03	2,10E-03	1,99E-03	2,41E-03	2,55E-03	2,40E-03
19 m	1,63E-03	1,83E-03	1,78E-03	1,75E-03	1,79E-03	1,82E-03	3,56E-03	4,02E-03	4,18E-03	2,40E-03	2,41E-03	2,47E-03	2,42E-03	2,44E-03	2,52E-03	2,52E-03	2,59E-03	2,65E-03	2,58E-03	2,48E-03	2,52E-03	2,28E-03	2,13E-03	2,03E-03	2,49E-03	2,62E-03	2,47E-03
20 m	1,63E-03	1,83E-03	1,79E-03	1,75E-03	1,80E-03	1,82E-03	3,56E-03	4,06E-03	4,19E-03	2,42E-03	2,44E-03	2,47E-03	2,43E-03	2,46E-03	2,51E-03	2,55E-03	2,61E-03	2,68E-03	2,61E-03	2,50E-03	2,54E-03	2,30E-03	2,14E-03	2,02E-03	2,48E-03	2,64E-03	2,53E-03

Apêndice C

LISTA DE DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA O PROJETO DE
PONTES DE PEQUENOS VÃOS

Avaliação de custos no ciclo de vida

		Avaliação do custo no ciclo de vida - Fase 1: extração/produção e construção (figura 105)														
		6 m	7 m	8 m	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m	15 m	16 m	17 m	18 m	19 m	20 m
Mista	P1 M(S) 2V	1.483,00	1.643,65	1.679,55	1.729,86	1.751,38	1.833,70	1.901,31	2.076,04	2.172,28	2.474,61	2.541,02	2.501,96	2.596,83	2.730,87	2.853,82
	P2 M(S) 3V	1.747,14	2.038,03	1.987,23	2.087,09	2.169,99	2.271,62	2.361,00	2.610,22	2.744,25	2.853,26	3.014,04	3.044,55	3.173,76	3.453,51	3.489,63
	P3 M(S) 4V	1.573,24	1.850,41	1.895,57	1.982,73	1.936,21	2.056,09	2.053,54	2.215,83	2.348,63	2.428,41	2.475,32	2.590,28	2.699,52	2.839,61	2.950,82
	P4 M(L) 2V	1.394,27	1.556,54	1.628,04	1.758,02	1.768,92	1.826,73	1.868,63	2.088,95	2.120,59	2.208,38	2.285,01	2.369,53	2.429,48	2.723,68	2.694,06
	P5 M(L) 3V	1.624,51	1.743,90	1.855,05	2.021,77	2.057,11	2.193,24	2.211,98	2.413,01	2.430,63	2.553,06	2.630,62	2.817,36	2.950,90	3.203,24	3.351,57
	P6 M(L) 4V	1.666,95	1.877,33	1.979,31	2.030,88	2.106,25	2.250,06	2.331,37	2.540,21	2.625,54	2.662,02	2.791,65	2.842,10	3.153,89	3.497,79	3.467,97
In loco	P7 IL 2V	1.925,76	2.016,83	2.043,13	2.034,67	2.040,25	2.039,57	2.052,86	2.146,09	2.147,09	2.159,43	2.175,76	2.214,43	2.199,74	2.278,63	2.312,46
	P8 IL 3V	2.018,60	2.123,43	2.098,86	2.096,69	2.075,90	2.087,62	2.128,50	2.208,64	2.229,95	2.243,35	2.271,32	2.300,05	2.327,84	2.422,05	2.458,57
	P9 IL 4V	2.048,89	2.183,78	2.140,91	2.152,44	2.139,10	2.165,44	2.212,91	2.301,39	2.310,30	2.310,18	2.344,13	2.399,33	2.431,53	2.510,83	2.569,57
Protendida	P10 PT 3V	1.602,57	1.664,79	1.611,03	1.564,63	1.516,20	1.547,34	1.546,54	1.621,86	1.625,11	1.604,60	1.614,46	1.617,19	1.654,99	1.730,08	1.733,66
	P11 PT 4V	1.726,92	1.785,37	1.746,44	1.699,33	1.664,89	1.685,82	1.708,89	1.790,71	1.779,90	1.788,30	1.779,74	1.832,72	1.843,59	2.003,04	2.007,29
	P12 PT 5V	1.938,00	1.983,54	1.884,38	1.808,04	1.796,40	1.794,57	1.808,30	1.895,60	1.901,25	1.885,18	1.927,89	1.977,05	1.969,67	2.105,86	2.166,45
Pré-moldada	P13 PMA 3V	1.590,90	1.693,28	1.653,92	1.608,00	1.585,90	1.548,27	1.549,94	1.650,66	1.647,96	1.639,54	1.629,25	1.669,66	1.658,63	1.775,57	1.771,21
	P14 PMA 4V	1.698,20	1.809,15	1.733,33	1.661,30	1.669,10	1.636,54	1.633,22	1.714,38	1.690,84	1.709,02	1.703,01	1.697,09	1.722,31	1.784,76	1.784,42
	P15 PMA 5V	1.792,17	1.891,42	1.801,20	1.745,60	1.745,37	1.708,50	1.697,67	1.801,57	1.788,85	1.802,19	1.801,56	1.794,33	1.793,32	1.866,42	1.877,68
	P16 PMA 6V	1.895,97	1.977,53	1.882,35	1.877,28	1.837,68	1.800,27	1.801,49	1.863,97	1.864,14	1.843,72	1.890,40	1.868,76	1.881,01	1.983,60	1.989,70
	P17 PMB 4V	1.778,19	1.883,93	1.828,50	1.812,84	1.763,41	1.739,26	1.743,80	1.849,47	1.837,10	1.845,40	1.850,51	1.851,55	1.844,48	1.968,70	1.954,96
	P18 PMB 5V	1.888,04	2.036,25	1.940,82	1.874,96	1.910,98	1.879,39	1.856,76	1.924,52	1.911,57	1.944,99	1.969,74	1.942,29	1.966,47	2.054,34	2.062,89
	P19 PMB 6V	2.032,10	2.091,40	2.082,39	2.014,15	1.977,05	1.937,97	1.948,16	2.017,85	2.022,10	2.044,13	2.052,51	2.068,93	2.084,55	2.174,10	2.230,13
	P20 PMC 4V	1.754,52	1.853,93	1.782,22	1.756,27	1.694,67	1.698,54	1.672,07	1.789,30	1.746,76	1.772,82	1.761,54	1.740,76	1.783,61	1.824,59	1.858,07
	P21 PMC 5V	1.865,47	1.959,04	1.929,49	1.866,15	1.848,20	1.787,97	1.807,22	1.874,04	1.854,19	1.832,42	1.856,50	1.843,31	1.883,87	1.948,47	1.945,72
	P22 PMC 6V	1.962,22	2.056,41	1.993,49	1.979,39	1.909,92	1.923,97	1.881,81	1.945,29	1.938,32	1.906,54	1.946,25	1.947,13	1.935,19	2.055,05	2.067,73
	P23 PMD 5V	1.539,33	1.604,08	1.535,65	1.483,20	1.468,42	1.420,68	1.427,48	1.484,31	1.488,44	1.488,46	1.495,57	1.502,60	1.519,70	1.584,90	1.631,23
	P24 PMD 6V	1.666,08	1.722,05	1.654,57	1.626,30	1.591,62	1.549,24	1.571,49	1.623,89	1.626,57	1.608,67	1.596,95	1.607,60	1.675,09	1.724,74	1.725,06
	P25 PME 5V	1.795,20	1.890,21	1.840,88	1.814,79	1.762,91	1.751,65	1.723,60	1.789,81	1.778,13	1.777,94	1.769,29	1.763,12	1.767,67	1.840,30	1.856,06
	P26 PMIL 6V	1.929,53	2.010,73	1.922,26	1.902,48	1.866,93	1.826,68	1.797,02	1.891,63	1.887,10	1.873,65	1.899,27	1.894,22	1.911,01	2.011,98	2.016,87
	P27 PMIL 8V	1.973,95	1.994,95	1.910,49	1.833,44	1.810,41	1.803,07	1.796,02	1.852,60	1.877,94	1.884,99	1.888,04	1.877,48	1.881,60	2.001,48	1.999,64

		Avaliação do custo no ciclo de vida - Fase 2: Uso (figura 106)														
		6 m	7 m	8 m	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m	15 m	16 m	17 m	18 m	19 m	20 m
Mista	P1 M(S) 2V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P2 M(S) 3V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P3 M(S) 4V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P4 M(L) 2V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P5 M(L) 3V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P6 M(L) 4V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
In loco	P7 IL 2V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P8 IL 3V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P9 IL 4V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
Protendida	P10 PT 3V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P11 PT 4V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P12 PT 5V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
Pré-moldada	P13 PMA 3V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P14 PMA 4V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P15 PMA 5V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P16 PMA 6V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P17 PMB 4V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P18 PMB 5V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P19 PMB 6V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P20 PMC 4V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P21 PMC 5V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P22 PMC 6V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P23 PMD 5V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P24 PMD 6V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P25 PME 5V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
	P26 PMIL 6V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38
P27 PMIL 8V	1.355,35	1.232,09	1.139,65	1.067,75	R\$ 1.010,23	963,16	923,95	890,76	862,32	837,66	816,09	797,06	780,14	765,01	751,38	

		Avaliação do custo no ciclo de vida - Fase 3: Fim de vida (figura 107)														
		6 m	7 m	8 m	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m	15 m	16 m	17 m	18 m	19 m	20 m
Mista	P1 M(S) 2V	341,00	371,36	380,13	390,81	R\$ 396,11	411,15	423,36	452,96	469,49	519,56	531,01	525,35	540,46	563,65	584,05
	P2 M(S) 3V	383,79	435,77	430,75	449,74	R\$ 465,22	483,57	499,46	541,29	564,06	582,76	609,65	615,36	636,95	683,07	689,39
	P3 M(S) 4V	356,70	406,87	417,78	434,94	R\$ 429,57	451,05	452,12	479,92	502,59	516,62	525,05	544,58	562,97	586,42	605,01
	P4 M(L) 2V	326,55	357,18	371,74	395,38	R\$ 398,95	410,01	418,04	455,06	461,07	476,24	489,35	503,79	514,05	562,47	558,05
	P5 M(L) 3V	363,83	387,91	409,24	439,10	R\$ 446,85	470,81	475,20	509,20	513,03	533,92	547,26	578,39	600,68	642,34	666,92
	P6 M(L) 4V	371,91	411,25	431,40	442,78	R\$ 457,24	482,60	497,32	532,70	547,64	554,63	576,52	585,54	636,89	693,50	689,14
In loco	P7 IL 2V	410,60	433,73	436,21	440,07	R\$ 436,68	450,45	456,52	487,61	501,73	508,16	514,87	529,00	535,98	566,74	581,01
	P8 IL 3V	389,70	421,22	431,58	442,54	R\$ 464,25	475,59	487,22	518,80	530,60	542,57	554,67	566,89	579,20	610,32	622,66
	P9 IL 4V	424,54	458,18	472,96	488,32	R\$ 504,10	520,17	536,47	545,77	586,47	579,70	608,24	625,17	630,98	663,72	680,87
Protendida	P10 PT 3V	387,22	423,99	423,38	424,39	R\$ 433,39	475,15	487,94	512,67	558,64	566,35	565,81	565,12	605,79	628,63	641,99
	P11 PT 4V	398,69	425,99	429,25	433,96	R\$ 439,39	493,80	502,36	523,87	535,84	560,73	563,34	565,87	570,76	632,82	651,31
	P12 PT 5V	405,11	431,51	438,76	446,82	R\$ 455,00	472,46	483,12	536,82	548,78	553,85	596,68	599,32	608,19	675,16	670,43
Pré-moldada	P13 PMA 3V	377,77	411,93	418,31	425,46	R\$ 433,13	456,79	464,65	498,02	506,00	514,22	522,63	531,21	539,93	572,08	580,81
	P14 PMA 4V	392,28	426,74	437,57	458,67	R\$ 470,23	482,07	493,75	527,45	539,57	551,82	563,90	576,35	588,62	612,65	625,19
	P15 PMA 5V	423,99	460,46	474,59	489,21	R\$ 504,17	519,38	534,77	570,29	585,75	590,35	606,37	622,10	638,21	672,73	667,67
	P16 PMA 6V	455,70	465,90	484,42	503,17	R\$ 522,09	541,14	535,62	571,55	591,14	610,74	630,34	637,68	657,60	680,95	700,80
	P17 PMB 4V	476,11	492,70	508,62	524,88	R\$ 541,38	558,04	562,63	592,24	609,66	614,77	644,51	661,93	679,35	721,16	738,58
	P18 PMB 5V	523,84	536,45	556,79	577,46	R\$ 568,55	590,33	612,10	654,78	676,56	684,08	692,02	728,03	736,27	778,15	800,25
	P19 PMB 6V	571,57	582,14	570,95	597,08	R\$ 623,21	632,71	642,81	687,09	713,76	724,04	750,78	777,45	804,06	848,22	874,82
	P20 PMC 4V	436,59	450,59	461,41	472,74	R\$ 484,41	496,34	508,45	532,00	544,57	556,91	569,61	582,10	594,90	636,49	649,03
	P21 PMC 5V	453,79	490,27	492,37	495,82	R\$ 511,47	527,24	543,10	577,68	593,58	609,53	614,90	630,93	636,93	670,57	686,90
	P22 PMC 6V	491,47	501,63	520,15	525,36	R\$ 544,99	551,75	571,35	607,25	626,85	633,86	653,84	673,38	681,36	716,63	736,47
	P23 PMD 5V	338,82	372,46	365,97	383,02	R\$ 378,41	427,01	454,12	498,38	493,46	488,82	485,11	491,88	529,07	540,40	547,09
	P24 PMD 6V	355,89	365,18	359,96	380,91	R\$ 389,35	409,76	418,75	451,80	460,35	480,81	501,58	510,30	519,14	551,84	572,57
	P25 PME 5V	478,84	490,08	493,29	497,61	R\$ 513,94	530,27	546,60	580,18	596,51	591,25	607,91	624,53	641,12	674,02	669,47
	P26 PMIL 6V	483,46	493,70	512,22	530,97	R\$ 549,89	568,94	588,08	599,38	618,97	638,57	645,96	665,51	685,42	708,81	728,65
P27 PMIL 8V	385,05	413,80	429,81	446,14	R\$ 451,99	468,87	485,84	513,94	530,95	537,66	565,13	598,08	599,46	617,08	634,34	

		Avaliação do custo no ciclo de vida (figura 108)														
		6 m	7 m	8 m	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m	15 m	16 m	17 m	18 m	19 m	20 m
Mista	P1 M(S) 2V	3.179,35	3.247,10	3.199,32	3.188,41	R\$ 3.157,71	3.208,01	3.248,62	3.419,76	3.504,09	3.831,83	3.888,13	3.824,36	3.917,43	4.059,52	4.189,25
	P2 M(S) 3V	3.486,29	3.705,89	3.557,62	3.604,58	R\$ 3.645,43	3.718,35	3.784,40	4.042,28	4.170,63	4.273,69	4.439,78	4.456,98	4.590,85	4.901,59	4.930,41
	P3 M(S) 4V	3.285,29	3.489,36	3.453,00	3.485,42	R\$ 3.376,01	3.470,30	3.429,61	3.586,51	3.713,54	3.782,69	3.816,47	3.931,92	4.042,64	4.191,04	4.307,21
	P4 M(L) 2V	3.076,18	3.145,82	3.139,43	3.221,14	R\$ 3.178,10	3.199,90	3.210,61	3.434,77	3.443,97	3.522,28	3.590,45	3.670,38	3.723,67	4.051,15	4.003,49
	P5 M(L) 3V	3.343,70	3.363,90	3.403,94	3.528,62	R\$ 3.514,19	3.627,21	3.611,13	3.812,97	3.805,97	3.924,63	3.993,97	4.192,81	4.331,72	4.610,59	4.769,87
	P6 M(L) 4V	3.394,21	3.520,67	3.550,36	3.541,41	R\$ 3.573,72	3.695,83	3.752,63	3.963,67	4.035,50	4.054,32	4.184,26	4.224,70	4.570,93	4.956,29	4.908,50
In loco	P7 IL 2V	3.691,71	3.682,65	3.618,99	3.542,49	R\$ 3.487,15	3.453,18	3.433,33	3.524,46	3.511,13	3.505,26	3.506,73	3.540,49	3.515,87	3.610,38	3.644,85
	P8 IL 3V	3.763,65	3.776,75	3.670,09	3.606,98	R\$ 3.550,37	3.526,37	3.539,67	3.618,20	3.622,87	3.623,58	3.642,09	3.664,00	3.687,18	3.797,37	3.832,62
	P9 IL 4V	3.828,78	3.874,05	3.753,51	3.708,51	R\$ 3.653,42	3.648,77	3.673,32	3.737,92	3.759,08	3.727,55	3.768,46	3.821,56	3.842,65	3.939,56	4.001,83
Protendida	P10 PT 3V	3.345,15	3.320,87	3.174,05	3.056,77	R\$ 2.959,81	2.985,65	2.958,42	3.025,29	3.046,06	3.008,61	2.996,36	2.979,38	3.040,92	3.123,71	3.127,03
	P11 PT 4V	3.480,96	3.443,45	3.315,34	3.201,04	R\$ 3.114,50	3.142,79	3.135,19	3.205,34	3.178,05	3.186,70	3.159,18	3.195,66	3.194,49	3.400,86	3.409,98
	P12 PT 5V	3.698,46	3.647,14	3.462,79	3.322,61	R\$ 3.261,63	3.230,20	3.215,36	3.323,18	3.312,34	3.276,70	3.340,66	3.373,43	3.358,00	3.546,02	3.588,26
Pré-moldada	P13 PMA 3V	3.324,02	3.337,29	3.211,88	3.101,21	R\$ 3.029,26	2.968,21	2.938,54	3.039,44	3.016,27	2.991,42	2.967,97	2.997,94	2.978,70	3.112,66	3.103,40
	P14 PMA 4V	3.445,83	3.467,99	3.310,55	3.187,72	R\$ 3.149,56	3.081,78	3.050,92	3.132,59	3.092,73	3.098,50	3.083,00	3.070,50	3.091,07	3.162,42	3.160,99
	P15 PMA 5V	3.571,51	3.583,97	3.415,44	3.302,55	R\$ 3.259,76	3.191,04	3.156,39	3.262,62	3.236,92	3.230,20	3.224,02	3.213,49	3.211,67	3.304,16	3.296,73
	P16 PMA 6V	3.707,02	3.675,52	3.506,41	3.448,20	R\$ 3.370,00	3.304,57	3.261,05	3.326,28	3.317,60	3.292,13	3.336,84	3.303,51	3.318,75	3.429,56	3.441,88
	P17 PMB 4V	3.609,65	3.608,72	3.476,78	3.405,47	R\$ 3.315,01	3.260,46	3.230,37	3.332,47	3.309,08	3.297,84	3.311,11	3.310,54	3.303,97	3.454,86	3.444,92
	P18 PMB 5V	3.767,23	3.804,79	3.637,26	3.520,17	R\$ 3.489,75	3.432,88	3.392,81	3.470,07	3.450,45	3.466,73	3.477,85	3.467,38	3.482,88	3.597,50	3.614,52
	P19 PMB 6V	3.959,02	3.905,63	3.792,99	3.678,98	R\$ 3.610,49	3.533,84	3.514,91	3.595,70	3.598,17	3.605,84	3.619,38	3.643,44	3.668,75	3.787,33	3.856,33
	P20 PMC 4V	3.546,46	3.536,61	3.383,28	3.296,76	R\$ 3.189,31	3.158,04	3.104,47	3.212,06	3.153,65	3.167,40	3.147,25	3.119,92	3.158,66	3.226,09	3.258,49
	P21 PMC 5V	3.674,61	3.681,40	3.561,51	3.429,72	R\$ 3.369,89	3.278,37	3.274,27	3.342,48	3.310,08	3.279,62	3.287,50	3.271,30	3.300,94	3.384,05	3.384,01
	P22 PMC 6V	3.809,04	3.790,14	3.653,28	3.572,50	R\$ 3.465,14	3.438,89	3.377,11	3.443,30	3.427,48	3.378,07	3.416,18	3.417,58	3.396,69	3.536,68	3.555,58
	P23 PMD 5V	3.233,50	3.208,64	3.041,27	2.933,97	R\$ 2.857,05	2.810,85	2.805,55	2.873,46	2.844,22	2.814,94	2.796,77	2.791,54	2.828,91	2.890,31	2.929,70
	P24 PMD 6V	3.377,32	3.319,33	3.154,17	3.074,95	R\$ 2.991,20	2.922,17	2.914,18	2.966,45	2.949,24	2.927,14	2.914,62	2.914,96	2.974,37	3.041,58	3.049,01
	P25 PME 5V	3.629,39	3.612,39	3.473,82	3.380,14	R\$ 3.287,08	3.245,08	3.194,14	3.260,75	3.236,96	3.206,85	3.193,30	3.184,71	3.188,94	3.279,33	3.276,91
	P26 PML 6V	3.768,35	3.736,52	3.574,13	3.501,19	R\$ 3.427,05	3.358,78	3.309,04	3.381,76	3.368,39	3.349,89	3.361,33	3.356,79	3.376,58	3.485,79	3.496,91
	P27 PML 8V	3.714,35	3.640,85	3.479,95	3.347,32	R\$ 3.272,63	3.235,11	3.205,81	3.257,29	3.271,20	3.260,32	3.269,26	3.272,62	3.261,20	3.383,56	3.385,36

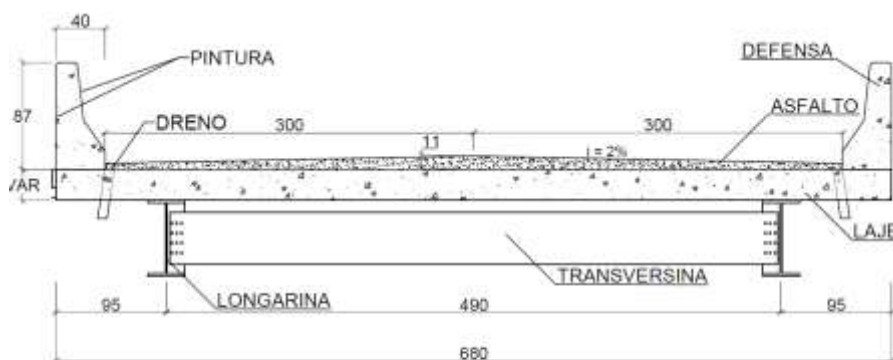
Apêndice D

Pré-dimensionamento das pontes de pequenos vãos

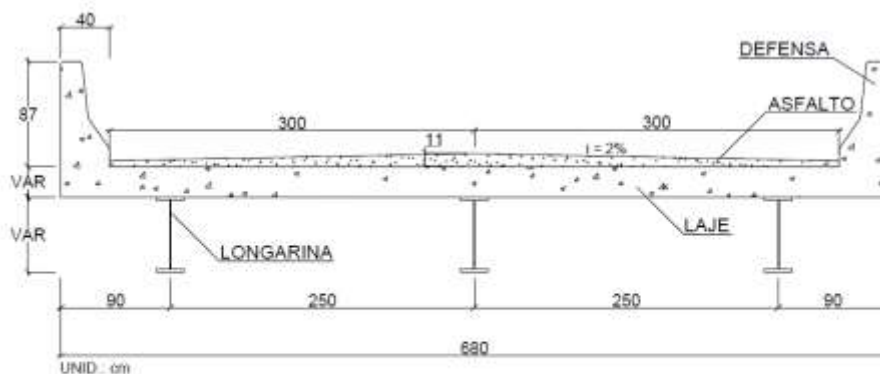
Vãos: 6 a 20 metros

TIPO I
**Ponte mista aço/concreto com duas, três e quatro longarinas em perfis tipo “I”,
soldadas M(S) e laminadas M(I)**

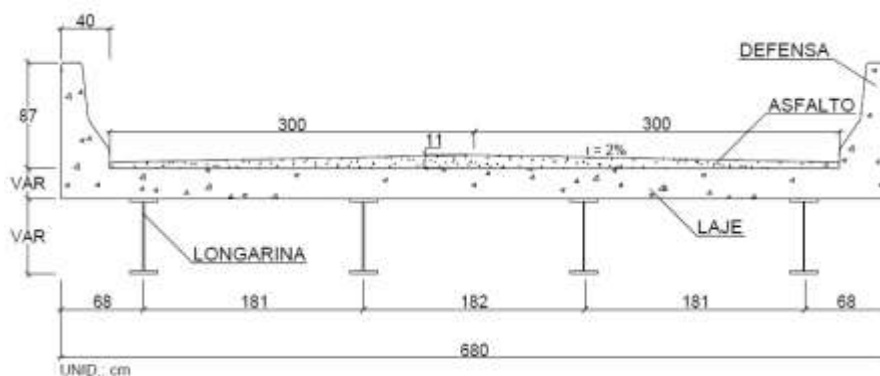
- a) Ponte Mista com duas longarinas, em perfis tipo “I”, soldadas M(S) e laminadas M(L)



- b) Ponte Mista com três longarinas, em perfis tipo “I”, soldadas M(S) e laminadas M(L)



- c) Ponte Mista com quatro longarinas, em perfis tipo “I”, soldadas M(S) e laminadas M(L)



1) **P1 M(S) 2V** Ponte Mista com duas longarinas/vigas soldadas - Perfil "I" - VS NBR 5884 (2013)

2 LONGARINAS	VIGA	VÃO (m)	PERFIL	PESO (kg/m)	PESO (kgf)	ENRIJECEDORES
	V201	6,0	VS700X105	105,0	630,0	
	V202	7,0	VS850X120	120,0	840,0	t=5/8" c/ 1,5m
	V203	8,0	VS900X120	127,0	1016,0	t=5/8" c/ 1,2m
	V204	9,0	VS950X146	146,0	1314,0	t=5/8" c/ 1,1m
	V205	10,0	VS1000X161	161,0	1610,0	t=5/8" c/ 1,1m
	V206	11,0	VS1100X180	180,0	1980,0	t=5/8" c/ 2,0m
	V207	12,0	VS1200X200	200,0	2400,0	t=3/4" c/ 1,5m
	V208	13,0	VS1200X221	221,0	2873,0	t=3/4" c/ 1,5m
	V209	14,0	VS1300X237	237,0	3318,0	t=3/4" c/ 1,5m
	V210	15,0	VS1500X270	270,0	4050,0	t=5/8" c/ 2,5m
	V211	16,0	VS1800X283	283,0	4528,0	t=5/8" c/ 2,5m
	V212	17,0	VS1500X293	293,0	4981,0	t=5/8" c/ 2,5m
	V213	18,0	VS1500X319	319,0	5742,0	t=5/8" c/ 2,5m
	V214	19,0	VS1600X328	328,0	6232,0	t=3/4" c/ 3,5m
V215	20,0	VS1700X338	338,0	6760,0	t=3/4" c/ 3,5m	

Transversinas (2 Longarinas)	Vão (m)	Transv.	nº de transv	kg
	6	600 x 81	2	162,4
	7	650 x 84	3	253,2
	8	700 x 105	3	315,6
	9	750 x 108	3	324,9
	10	750 x 108	3	324,9
	11	850 x 120	3	361,5
	12	900 x 124	3	370,8
	13	900 x 124	4	494,4
	14	1000 x 140	4	558,8
	15	1200 x 200	4	800,8
	16	1200 x 200	4	800,8
	17	1200 x 200	4	800,8
	18	1200 x 200	4	800,8
	19	1200 x 200	5	1001
20	1300 x 237	5	1187,5	

2) **P2 M(S) 3V** - Ponte Mista com três longarinas/vigas soldadas

3 LONGARINAS	VIGA	VÃO (m)	PERFIL	PESO (kg/m)	PESO (kgf)	ENRIJECEDORES
	V301	6,0	VS700X105	105,0	630,0	
	V302	7,0	VS700X137	137,0	959,0	
	V303	8,0	VS900X120	120,0	960,0	t=5/8" c/ 1,5m
	V304	9,0	VS950X146	146,0	1314,0	t=5/8" c/ 1,5m
	V305	10,0	VS1100X159	159,0	1590,0	t=5/8" c/ 1,5m
	V306	11,0	VS1100X180	180,0	1980,0	t=5/8" c/ 2,0m
	V307	12,0	VS1100X199	199,0	2388,0	t=5/8" c/ 2,0m
	V308	13,0	VS1200X221	221,0	2873,0	t=3/4" c/ 2,0m
	V309	14,0	VS1300X237	237,0	3318,0	t=3/4" c/ 2,5m
	V310	15,0	VS1300X258	258,0	3870,0	t=3/4" c/ 2,5m
	V311	16,0	VS1400X260	260,0	4160,0	t=3/4" c/ 2,5m
	V312	17,0	VS1500X270	270,0	4590,0	t=3/4" c/ 2,5m
	V313	18,0	VS1500X293	293,0	5274,0	t=3/4" c/ 2,5m
	V314	19,0	VS1500X319	319,0	6061,0	t=3/4" c/ 2,5m
V315	20,0	VS1600X328	328,0	6560,0	t=3/4" c/ 2,5m	

Transversinas (3 Longarinas)	Vão (m)	Longarina	Transv.	nº de transv	kg
	6	VS700X105	600 x 81	2	162,4
	7	VS700X137	600 x 81	3	243,6
	8	VS900X124	700 x 105	3	315,6
	9	VS950X146	750 x 108	3	324,9
	10	VS1100X159	850 x 120	3	361,5
	11	VS1100X180	850 x 120	3	361,5
	12	VS1100X199	850 x 120	3	361,5
	13	VS1200X221	900 x 124	4	494,4
	14	VS1300X237	1000 x 140	4	558,8
	15	VS1300X258	1000 x 140	4	558,8
	16	VS1400X260	1200 x 200	4	800,8
	17	VS1500X270	1200 x 200	4	800,8
	18	VS1500X293	1200 x 200	4	800,8
19	VS1500X319	1200 x 200	5	1001	
20	VS1600X328	1200 x 200	5	1001	

3) P3 M(S) 4V - Ponte Mista com quatro longarinas/vigas soldadas

4 LONGARINAS	VIGA	VÃO (m)	PERFIL	PESO (kg/m)	PESO (kgf)	ENRIJECEDORES
	V401	6,0	VS470X71	71,0	426,0	
	V402	7,0	VS500X86	86,0	602,0	
	V403	8,0	VS500X97	97,0	776,0	
	V404	9,0	VS750X108	108,0	972,0	
	V405	10,0	VS650X114	114,0	1140,0	
	V406	11,0	VS750X125	125,0	1375,0	
	V407	12,0	VS800X129	129,0	1548,0	
	V408	13,0	VS750X140	140,0	1820,0	
	V409	14,0	VS950X146	146,0	2044,0	t=5/8" c/ 1,5m
	V410	15,0	VS900X155	155,0	2325,0	t=5/8" c/ 1,5m
	V411	16,0	VS850X174	174,0	2784,0	t=5/8" c/ 1,5m
	V412	17,0	VS1000X180	180,0	3060,0	t=5/8" c/ 1,2m
	V413	18,0	VS950X194	194,0	3492,0	t=5/8" c/ 1,4m
	V414	19,0	VS1100X199	199,0	3781,0	t=5/8" c/ 1,5m
V415	20,0	VS1000X217	217,0	4340,0	t=5/8" c/ 1,2m	

Transversinas (4 Longarinas)	Vão (m)	Longarina	Transv.	nº de transv	kg
	6	VS500X61	350 x 51	2	119,3
	7	VS500X86	350 x 51	3	179,0
	8	VS500X97	350 x 51	3	179,0
	9	VS750X108	600 x 81	3	243,6
	10	VS650X114	500 x 61	3	202,5
	11	VS750X125	600 x 81	3	243,6
	12	VS800X129	600 x 81	3	243,6
	13	VS750X140	600 x 81	4	324,8
	14	VS950X146	750 x 108	4	433,2
	15	VS900X155	700 x 105	4	420,8
	16	VS850X174	650 x 84	4	337,6
	17	VS1000X180	750 x 108	4	433,2
	18	VS950X194	750 x 108	4	433,2
19	VS1100X199	850 x 120	5	602,5	
20	VS1000X217	750 x 108	5	541,5	

4) **P4 M(L) 2V** - Ponte Mista com duas longarinas/vigas laminadas

Perfil W tipo "I" Condição da superfície: de acordo com ASTM A 6/A 6M

2 LONGARINAS	VIGA	VÃO (m)	PERFIL	PESO (kg/m)	PESO (kgf)
	V201	6,0	W610X92	92,0	1104,0
	V202	7,0	W610X113	113,0	1582,0
	V203	8,0	W690X125	125,0	2000,0
	V204	9,0	W760X147	147,0	2646,0
	V205	10,0	W760X161	161,0	3220,0
	V206	11,0	W840X176	176,0	3872,0
	V207	12,0	W840X193	193,0	4632,0
	V208	13,0	W920X223	223,0	5798,0
	V209	14,0	W1000X222	222,0	6216,0
	V210	15,0	W1000X249	249,0	7470,0
	V211	16,0	W1000X272	272,0	8704,0
	V212	17,0	W1000X296	296,0	10064,0
	V213	18,0	W1000X314	314,0	11304,0
	V214	19,0	W1100X343	343,0	13034,0
V215	20,0	W1100X343	343,0	13720,0	

Transversinas (2 longarinas)	Vão (m)	Longarina	Transv.	nº de transv	kg
	6	W610X92	460x74	2	149
	7	W610X113	460x74	3	223,5
	8	W690X125	530x92	3	276,9
	9	W760X147	610x113	3	342,3
	10	W760X161	610x113	3	342,3
	11	W840X176	690x125	3	375
	12	W840X193	690x125	3	375
	13	W920X223	690x125	4	500
	14	W1000X222	760x147	4	588
	15	W1000X249	760x147	4	588
	16	W1000X272	760x147	4	588
	17	W1000X296	760x147	4	588
	18	W1000X314	760x147	4	588
	19	W1100X343	840x176	5	880
20	W1100X343	840x176	5	880	

5) P5 M(L) 3V - Ponte Mista com três longarinas/vigas laminadas

3 LONGARINAS	VIGA	VÃO (m)	PERFIL	PESO (kg/m)	PESO (kgf)
	V301	6,0	W610X92	92,0	1656,0
	V302	7,0	W610X101	101,0	2121,0
	V303	8,0	W610X125	125,0	3000,0
	V304	9,0	W760X134	134,0	3618,0
	V305	10,0	W760X147	147,0	4410,0
	V306	11,0	W760X173	173,0	5709,0
	V307	12,0	W840X176	176,0	6336,0
	V308	13,0	W840X193	193,0	7527,0
	V309	14,0	W920X201	201,0	8442,0
	V310	15,0	W920X223	223,0	10035,0
	V311	16,0	W920X238	238,0	11424,0
	V312	17,0	W1000X249	249,0	12699,0
	V313	18,0	W1000X272	272,0	14688,0
	V314	19,0	W1000X296	296,0	16872,0
	V315	20,0	W1000X321	321,0	19260,0

Transversinas (3 longarinas)	Vão (m)	Longarina	Transv.	nº de transv	kg
	6	W610X92	460x74	2	148
	7	W610X101	460x74	3	222
	8	W610X125	460x74	3	222
	9	W760X134	610x113	3	339
	10	W760X147	610x113	3	339
	11	W760X173	610x113	3	339
	12	W840X176	690x125	3	375
	13	W840X193	690x125	4	500
	14	W920X201	690x125	4	500
	15	W920X223	690x125	4	500
	16	W920X238	690x125	4	500
	17	W1000X249	760x173	4	692
	18	W1000X272	760x173	4	692
	19	W1000X296	840x173	5	865
	20	W1000X321	840x173	5	865

6) **P6 M(L) 4V** - Ponte Mista com quatro longarinas/vigas laminadas

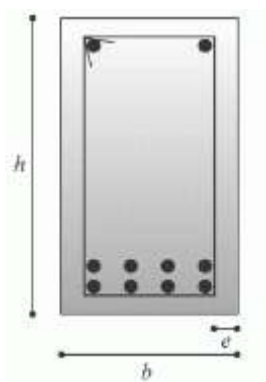
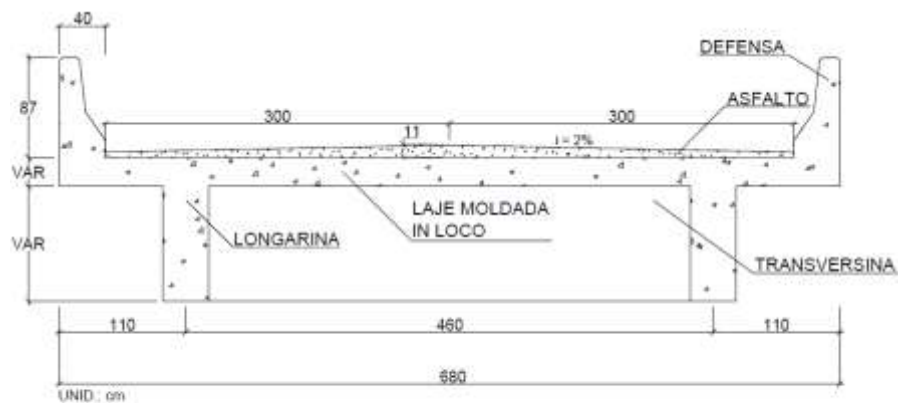
4 LONGARINAS	VIGA	VÃO (m)	PERFIL	PESO (kg/m)	PESO (kgf)
	V401	6,0	W530X74	74,0	1776,0
	V402	7,0	W610X82	82,0	2296,0
	V403	8,0	W610X101	101,0	3232,0
	V404	9,0	W610X113	113,0	4068,0
	V405	10,0	W690X125	125,0	5000,0
	V406	11,0	W760X134	134,0	5896,0
	V407	12,0	W760X147	147,0	7056,0
	V408	13,0	W760X161	161,0	8372,0
	V409	14,0	W760X173	173,0	9688,0
	V410	15,0	W840X176	176,0	10560,0
	V411	16,0	W840X193	193,0	12352,0
	V412	17,0	W920X201	201,0	13668,0
	V413	18,0	W1000X222	222,0	15984,0
	V414	19,0	W1000X249	249,0	18924,0
	V415	20,0	W1000X249	249,0	19920,0

Transversinas (4 longarinas)	Vão (m)	Longarina	Transv.	nº de transv	kg
	6	W530X74	410x67	2	134
	7	W610X82	460x82	3	246
	8	W610X101	460x82	3	246
	9	W610X113	460x82	3	246
	10	W690X125	530x85	3	253,8
	11	W760X134	610x113	3	339
	12	W760X147	610x113	3	339
	13	W760X161	610x113	4	452
	14	W760X173	610x113	4	452
	15	W840X176	690x125	4	500
	16	W840X193	690x125	4	500
	17	W920X201	690x125	4	500
	18	W1000X222	760x173	4	692
	19	W1000X249	760x173	5	865
	20	W1000X249	760x173	5	865

TIPO II

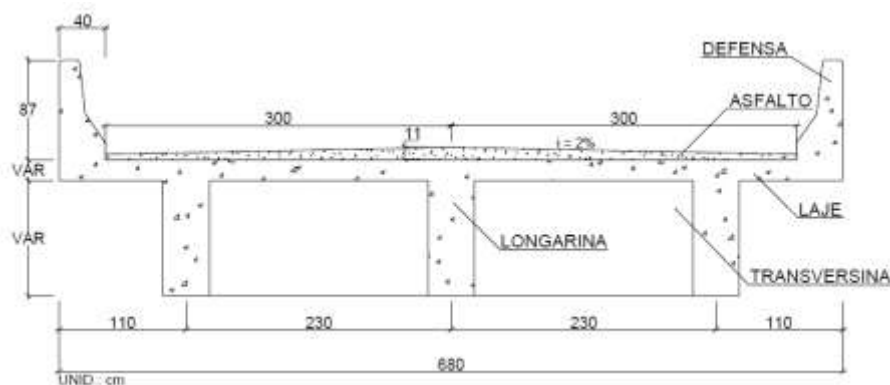
Ponte moldadas in loco com duas, três e quatro longarinas em concreto armado

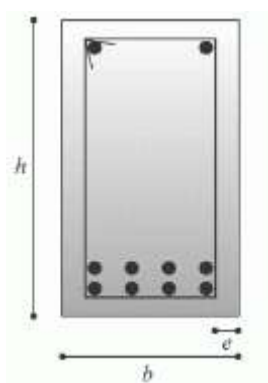
7) **P7 V(L) 2V** – Ponte moldada in loco com duas longarinas em concreto armado.



Vão (m)	b (cm)	h (cm)	e (cm)
6	40	110	2,5
7	40	115	2,5
8	40	125	2,5
9	40	135	2,5
10	40	140	2,5
11	40	155	2,5
12	40	165	2,5
13	40	175	2,5
14	40	190	2,5
15	40	200	2,5
16	40	210	2,5
17	40	225	2,5
18	40	235	2,5
19	40	245	2,5
20	40	260	2,5

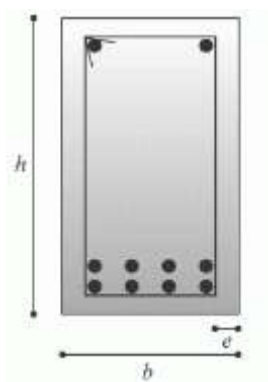
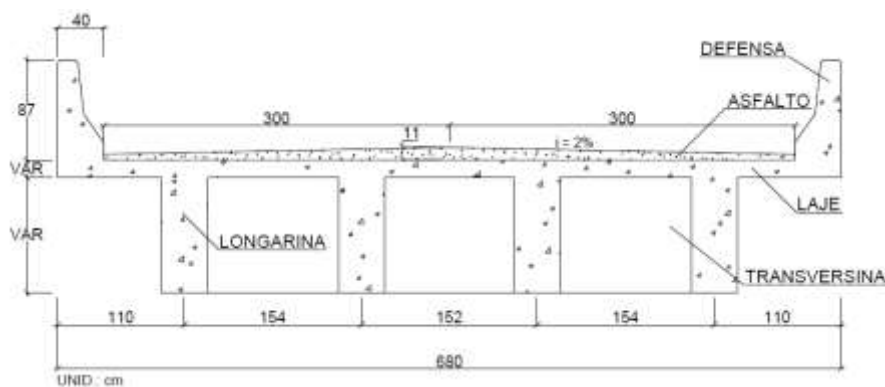
8) **P8 V(L) 3V** – Ponte moldada in loco com três longarinas em concreto armado.





Vão (m)	b (cm)	h (cm)	e (cm)
6	40	80	2,5
7	40	90	2,5
8	40	100	2,5
9	40	110	2,5
10	40	125	2,5
11	40	135	2,5
12	40	145	2,5
13	40	155	2,5
14	40	165	2,5
15	40	175	2,5
16	40	185	2,5
17	40	195	2,5
18	40	205	2,5
19	40	215	2,5
20	40	225	2,5

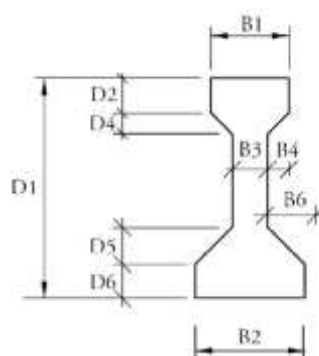
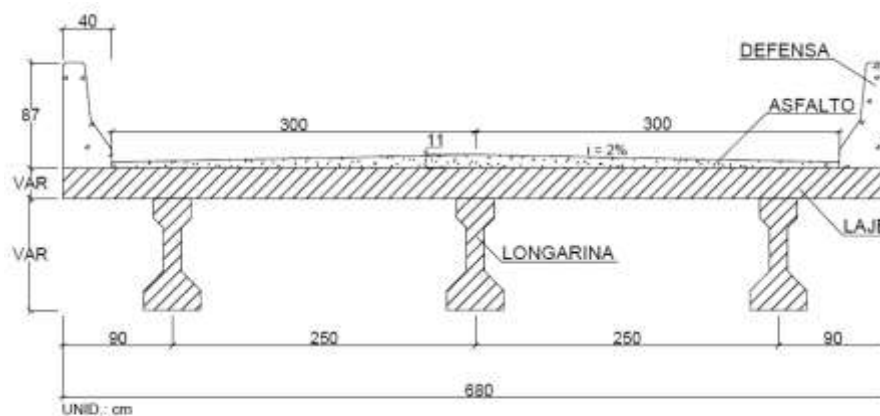
9) **P9 V(L) 4V** – Ponte moldada in loco com quatro longarinas em concreto armado.



Vão (m)	b (cm)	h (cm)	e (cm)
6	40	80	2,5
7	40	90	2,5
8	40	100	2,5
9	40	110	2,5
10	40	120	2,5
11	40	130	2,5
12	40	140	2,5
13	40	140	2,5
14	40	160	2,5
15	40	160	2,5
16	40	175	2,5
17	40	185	2,5
18	40	190	2,5
19	40	200	2,5
20	40	210	2,5

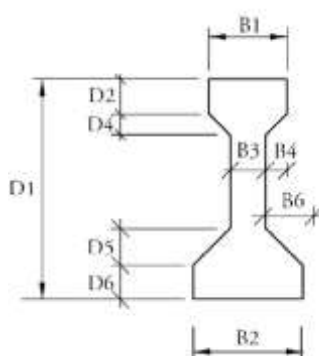
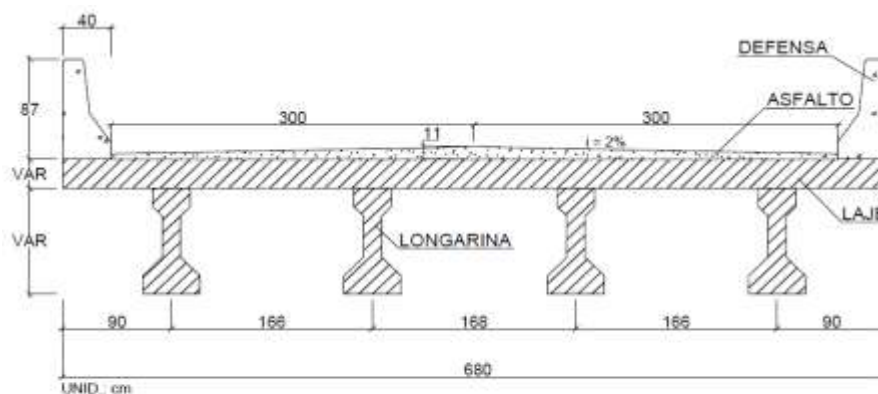
TIPO III : Ponte pré moldadas com duas, três e quatro longarinas em concreto protendido

10) **P10 PT 3V** – Ponte pré moldada com três longarinas em concreto protendido.



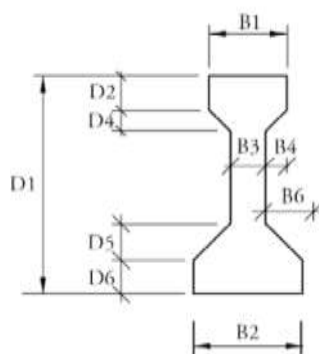
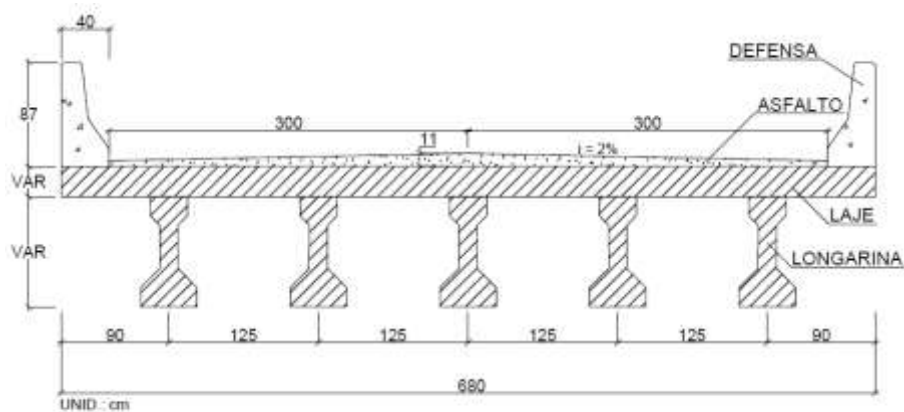
Vão (m)	D1 (cm)	D2 (cm)	D4 (cm)	D5 (cm)	D6 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)	B6 (cm)
6	105	15	7,5	7,5	15	35	35	20	7,5	7,5
7	120	15	7,5	7,5	15	35	35	20	7,5	7,5
8	130	15	7,5	7,5	15	35	35	20	7,5	7,5
9	140	15	7,5	7,5	15	35	35	20	7,5	7,5
10	155	15	7,5	7,5	15	35	35	20	7,5	7,5
11	145	20	10	10	20	45	45	25	10	10
12	160	20	10	10	20	45	45	25	10	10
13	165	20	10	10	20	45	45	25	10	10
14	160	20	12,5	12,5	20	55	55	30	12,5	12,5
15	170	20	12,5	12,5	20	55	55	30	12,5	12,5
16	175	20	12,5	12,5	20	55	55	30	12,5	12,5
17	170	20	12,5	12,5	20	55	55	30	12,5	12,5
18	180	25	12,5	12,5	25	60	60	35	12,5	12,5
19	175	25	12,5	12,5	25	60	60	40	10	10
20	185	25	12,5	12,5	25	60	60	40	10	10

11) P11 PT 4V – Ponte pré moldada com quatro longarinas em concreto protendido.



Vão (m)	D1 (cm)	D2 (cm)	D4 (cm)	D5 (cm)	D6 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)	B6 (cm)
6	95	15	7,5	7,5	15	35	35	20	7,5	7,5
7	105	15	7,5	7,5	15	35	35	20	7,5	7,5
8	115	15	7,5	7,5	15	35	35	20	7,5	7,5
9	135	15	7,5	7,5	15	35	35	20	7,5	7,5
10	130	20	10	10	20	35	45	20	10	10
11	140	20	10	10	20	45	45	25	10	10
12	145	20	10	10	20	45	45	25	10	10
13	145	20	10	10	20	45	45	30	7,5	7,5
14	150	20	12,5	12,5	20	50	50	30	10	10
15	155	20	12,5	12,5	20	50	50	30	10	10
16	150	20	12,5	12,5	20	50	50	35	12,5	12,5
17	150	20	12,5	12,5	20	50	50	35	7,5	7,5
18	155	20	12,5	12,5	20	50	50	35	7,5	7,5
19	150	20	12,5	12,5	20	60	60	40	10	10
20	160	20	12,5	12,5	20	60	60	40	10	10

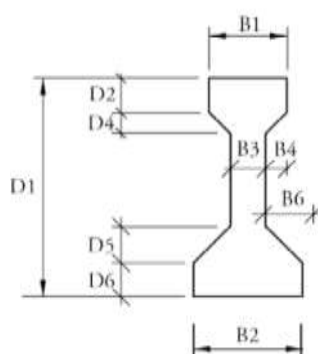
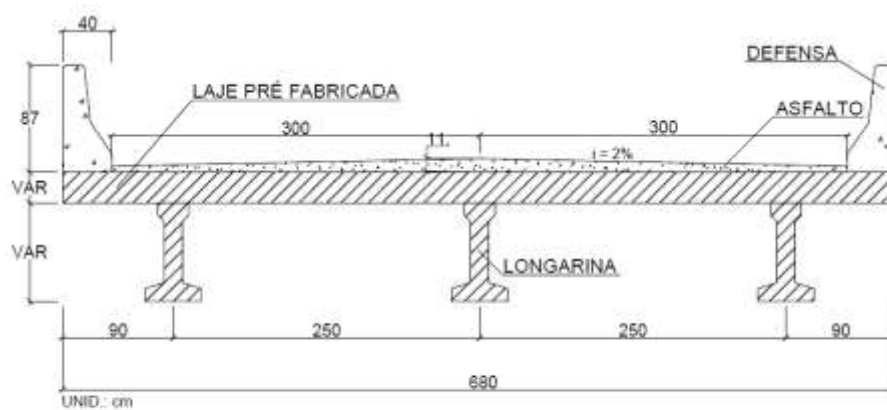
12) P12 PT 5V – Ponte pré moldada com cinco longarinas em concreto protendido.



Vão (m)	D1 (cm)	D2 (cm)	D4 (cm)	D5 (cm)	D6 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)	B6 (cm)
6	85	15	7,5	7,5	15	35	35	20	7,5	7,5
7	95	15	7,5	7,5	15	35	35	20	7,5	7,5
8	105	15	7,5	7,5	15	35	35	20	7,5	7,5
9	115	15	7,5	7,5	15	35	35	20	7,5	7,5
10	125	15	7,5	7,5	15	35	35	20	7,5	7,5
11	120	15	10	10	15	40	40	25	7,5	7,5
12	125	15	10	10	15	40	40	25	7,5	7,5
13	130	20	10	10	20	45	45	25	10	10
14	130	20	10	10	20	45	45	30	7,5	7,5
15	135	20	10	10	20	45	45	30	7,5	7,5
16	145	20	12,5	12,5	20	50	50	30	10	10
17	140	20	10	10	20	50	50	35	7,5	7,5
18	145	20	12,5	12,5	20	50	50	35	7,5	7,5
19	150	20	10	10	20	55	55	40	7,5	7,5
20	150	20	12,5	12,5	20	55	55	40	7,5	7,5

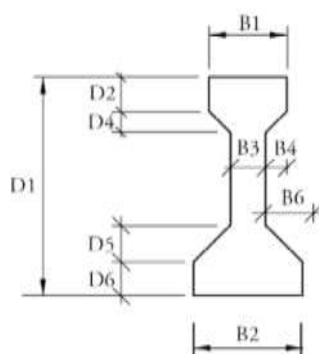
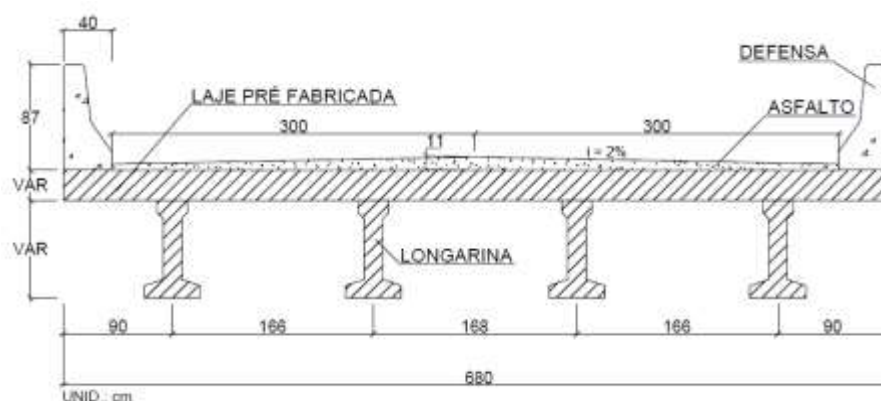
TIPO IV : Ponte pré moldadas com duas, três e quatro longarinas em concreto armado

13) **P13 PMA 3V** – Ponte pré moldada com três longarinas em concreto armado.



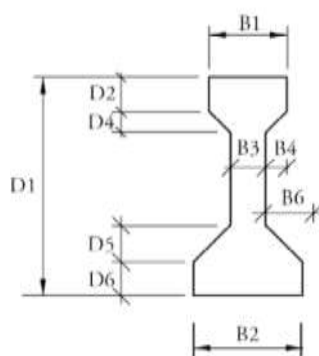
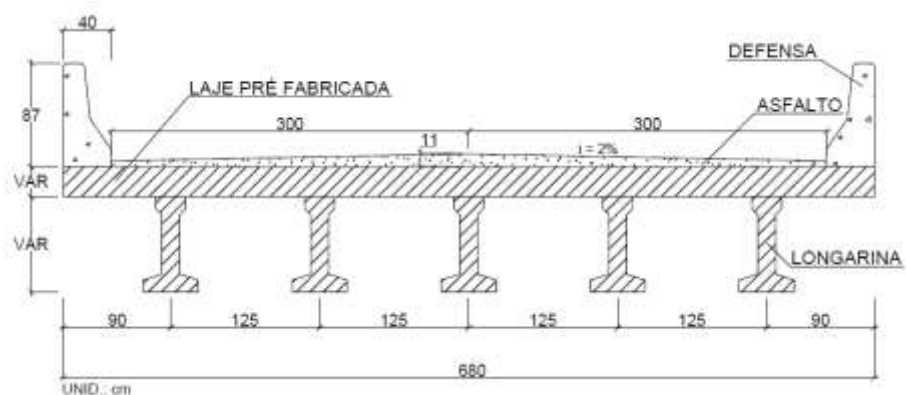
Vão (m)	D1 (cm)	D2 (cm)	D4 (cm)	D5 (cm)	D6 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)	B6 (cm)
6	90	10	5	5	10	40	60	30	5	15
7	100	10	5	5	10	40	60	30	5	15
8	110	10	5	5	10	40	60	30	5	15
9	120	10	5	5	10	40	60	30	5	15
10	130	10	5	5	10	40	60	30	5	15
11	150	10	5	5	10	40	60	30	5	15
12	160	10	5	5	10	40	60	30	5	15
13	170	10	5	5	10	40	60	30	5	15
14	180	10	5	5	10	40	60	30	5	15
15	190	10	5	5	10	40	60	30	5	15
16	200	10	5	5	10	40	60	30	5	15
17	210	10	5	5	10	40	60	30	5	15
18	220	10	5	5	10	40	60	30	5	15
19	230	10	5	5	10	40	60	30	5	15
20	240	10	5	5	10	40	60	30	5	15

14) P14 PMA 4V – Ponte pré moldada com quatro longarinas em concreto armado.

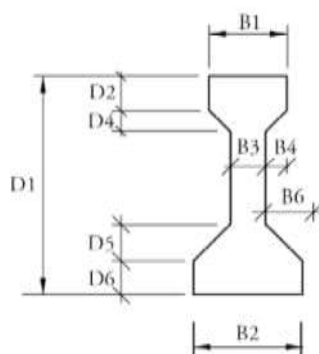
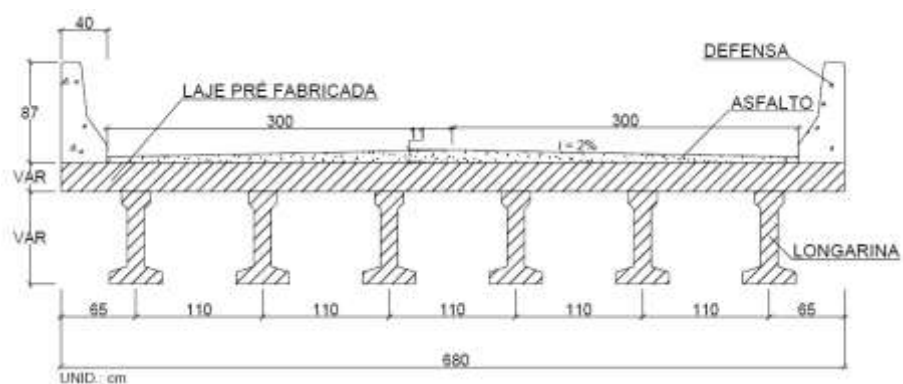


Vão (m)	D1 (cm)	D2 (cm)	D4 (cm)	D5 (cm)	D6 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)	B6 (cm)
6	80	10	5	5	10	40	60	30	5	15
7	90	10	5	5	10	40	60	30	5	15
8	100	10	5	5	10	40	60	30	5	15
9	115	10	5	5	10	40	60	30	5	15
10	125	10	5	5	10	40	60	30	5	15
11	135	10	5	5	10	40	60	30	5	15
12	145	10	5	5	10	40	60	30	5	15
13	155	10	5	5	10	40	60	30	5	15
14	165	10	5	5	10	40	60	30	5	15
15	175	10	5	5	10	40	60	30	5	15
16	185	10	5	5	10	40	60	30	5	15
17	195	10	5	5	10	40	60	30	5	15
18	205	10	5	5	10	40	60	30	5	15
19	210	10	5	5	10	40	60	30	5	15
20	220	10	5	5	10	40	60	30	5	15

- 15) **P15 PMA 5V** – Ponte pré moldada com cinco longarinas tipo A em concreto armado.

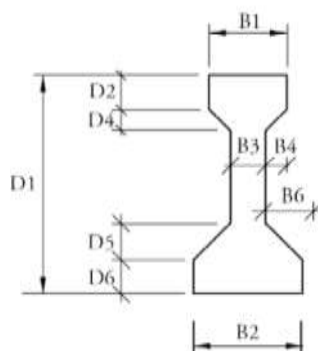
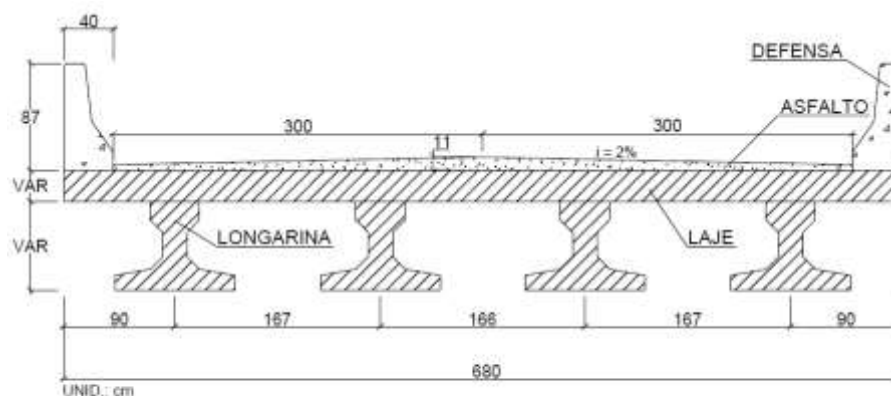


Vão (m)	D1 (cm)	D2 (cm)	D4 (cm)	D5 (cm)	D6 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)	B6 (cm)
6	80	10	5	5	10	40	60	30	5	15
7	90	10	5	5	10	40	60	30	5	15
8	100	10	5	5	10	40	60	30	5	15
9	110	10	5	5	10	40	60	30	5	15
10	120	10	5	5	10	40	60	30	5	15
11	130	10	5	5	10	40	60	30	5	15
12	140	10	5	5	10	40	60	30	5	15
13	150	10	5	5	10	40	60	30	5	15
14	160	10	5	5	10	40	60	30	5	15
15	165	10	5	5	10	40	60	30	5	15
16	175	10	5	5	10	40	60	30	5	15
17	185	10	5	5	10	40	60	30	5	15
18	195	10	5	5	10	40	60	30	5	15
19	205	10	5	5	10	40	60	30	5	15
20	205	10	5	5	10	40	60	30	5	15

16) **P16 PMA 6V** – Ponte pré moldada com seis longarinas em concreto armado.

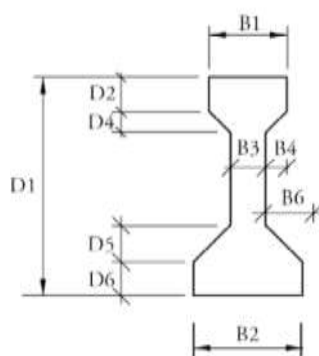
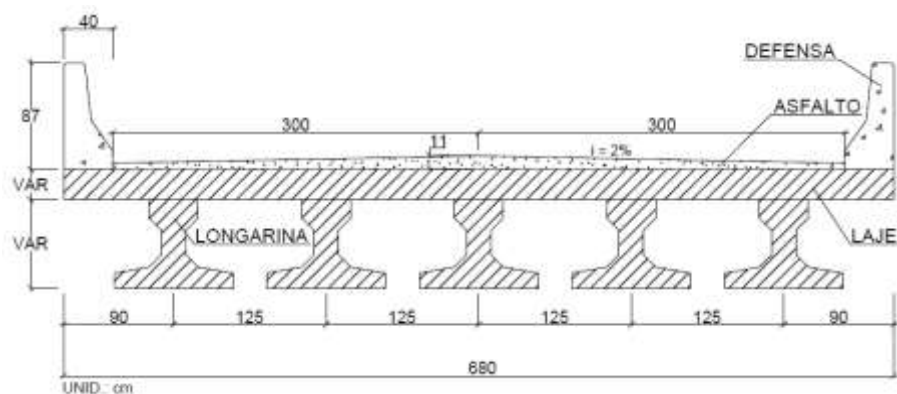
Vão (m)	D1 (cm)	D2 (cm)	D4 (cm)	D5 (cm)	D6 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)	B6 (cm)
6	80	10	5	5	10	40	60	30	5	15
7	80	10	5	5	10	40	60	30	5	15
8	90	10	5	5	10	40	60	30	5	15
9	100	10	5	5	10	40	60	30	5	15
10	110	10	5	5	10	40	60	30	5	15
11	120	10	5	5	10	40	60	30	5	15
12	120	10	5	5	10	40	60	30	5	15
13	130	10	5	5	10	40	60	30	5	15
14	140	10	5	5	10	40	60	30	5	15
15	150	10	5	5	10	40	60	30	5	15
16	160	10	5	5	10	40	60	30	5	15
17	165	10	5	5	10	40	60	30	5	15
18	175	10	5	5	10	40	60	30	5	15
19	180	10	5	5	10	40	60	30	5	15
20	190	10	5	5	10	40	60	30	5	15

17) **P17 PMB 4V** – Ponte pré moldada com quatro longarinas tipo B em concreto armado.



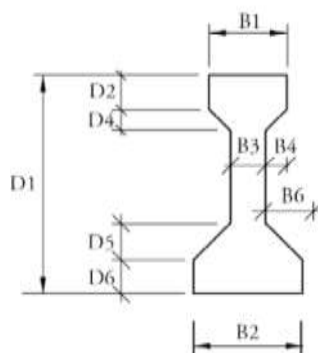
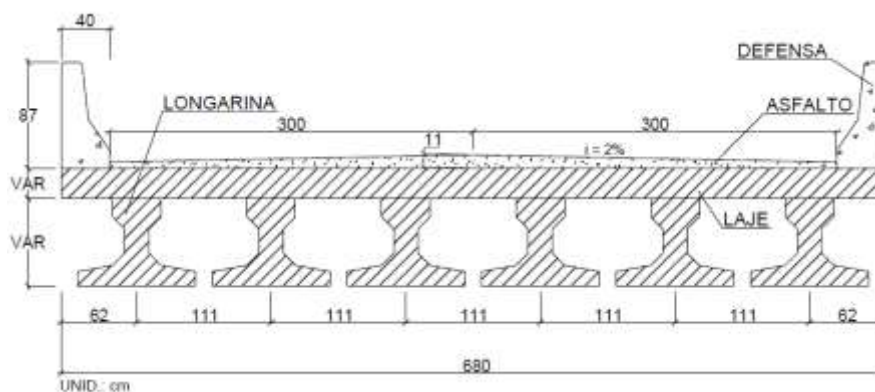
Vão (m)	D1 (cm)	D2 (cm)	D4 (cm)	D5 (cm)	D6 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)	B6 (cm)
6	80	15	10	15	12	60	117	40	10	38,5
7	80	15	10	15	12	60	117	40	11	38,5
8	90	15	10	15	12	60	117	40	12	38,5
9	100	15	10	15	12	60	117	40	13	38,5
10	110	15	10	15	12	60	117	40	14	38,5
11	120	15	10	15	12	60	117	40	15	38,5
12	125	15	10	15	12	60	117	40	16	38,5
13	130	15	10	15	12	60	117	40	17	38,5
14	140	15	10	15	12	60	117	40	18	38,5
15	145	15	10	15	12	60	117	40	19	38,5
16	160	15	10	15	12	60	117	40	20	38,5
17	170	15	10	15	12	60	117	40	21	38,5
18	180	15	10	15	12	60	117	40	22	38,5
19	190	15	10	15	12	60	117	40	23	38,5
20	200	15	10	15	12	60	117	40	24	38,5

18) **P18 PMB 5V** – Ponte pré moldada com cinco longarinas tipo B em concreto armado.



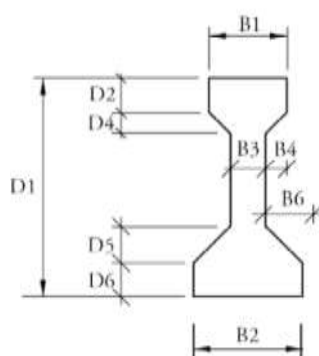
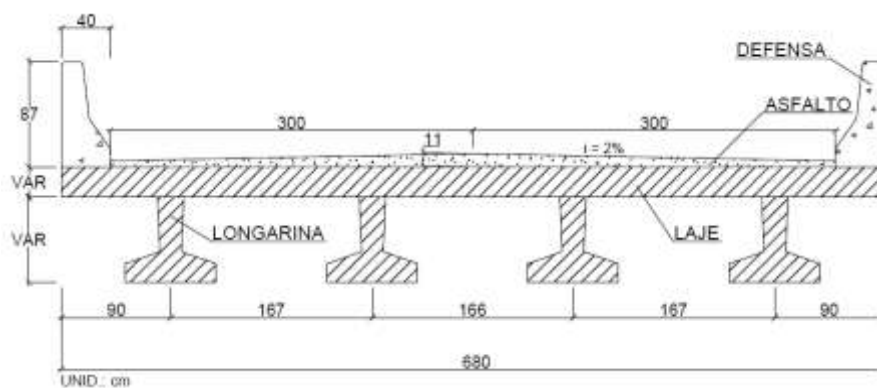
Vão (m)	D1 (cm)	D2 (cm)	D4 (cm)	D5 (cm)	D6 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)	B6 (cm)
6	80	15	10	15	12	60	117	40	10	38,5
7	80	15	10	15	12	60	117	40	11	38,5
8	90	15	10	15	12	60	117	40	12	38,5
9	100	15	10	15	12	60	117	40	13	38,5
10	100	15	10	15	12	60	117	40	14	38,5
11	110	15	10	15	12	60	117	40	15	38,5
12	120	15	10	15	12	60	117	40	16	38,5
13	130	15	10	15	12	60	117	40	17	38,5
14	140	15	10	15	12	60	117	40	18	38,5
15	145	15	10	15	12	60	117	40	19	38,5
16	150	15	10	15	12	60	117	40	20	38,5
17	165	15	10	15	12	60	117	40	21	38,5
18	170	15	10	15	12	60	117	40	22	38,5
19	180	15	10	15	12	60	117	40	23	38,5
20	190	15	10	15	12	60	117	40	24	38,5

19) **P19 PMB 6V** – Ponte pré moldada com seis longarinas tipo B em concreto armado.



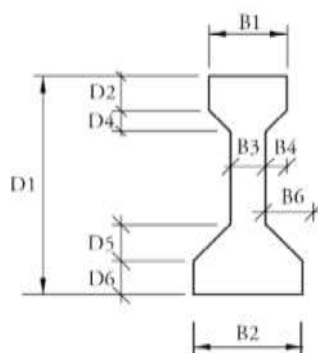
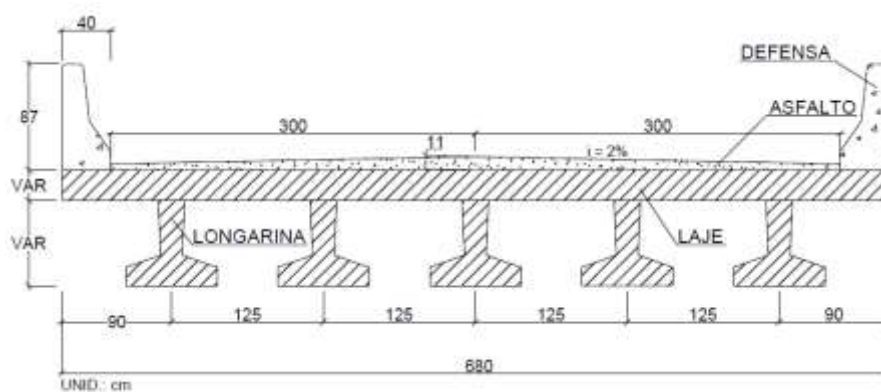
Vão (m)	D1 (cm)	D2 (cm)	D4 (cm)	D5 (cm)	D6 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)	B6 (cm)
6	80	15	10	15	12	60	117	40	10	38,5
7	80	15	10	15	12	60	117	40	11	38,5
8	80	15	10	15	12	60	117	40	12	38,5
9	90	15	10	15	12	60	117	40	13	38,5
10	100	15	10	15	12	60	117	40	14	38,5
11	105	15	10	15	12	60	117	40	15	38,5
12	110	15	10	15	12	60	117	40	16	38,5
13	120	15	10	15	12	60	117	40	17	38,5
14	130	15	10	15	12	60	117	40	18	38,5
15	135	15	10	15	12	60	117	40	19	38,5
16	145	15	10	15	12	60	117	40	20	38,5
17	155	15	10	15	12	60	117	40	21	38,5
18	165	15	10	15	12	60	117	40	22	38,5
19	175	15	10	15	12	60	117	40	23	38,5
20	185	15	10	15	12	60	117	40	24	38,5

20) **P20 PMC 4V** – Ponte pré moldada com quatro longarinas tipo C em concreto armado.



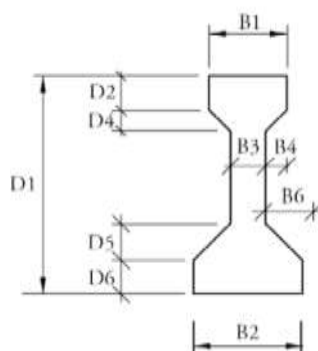
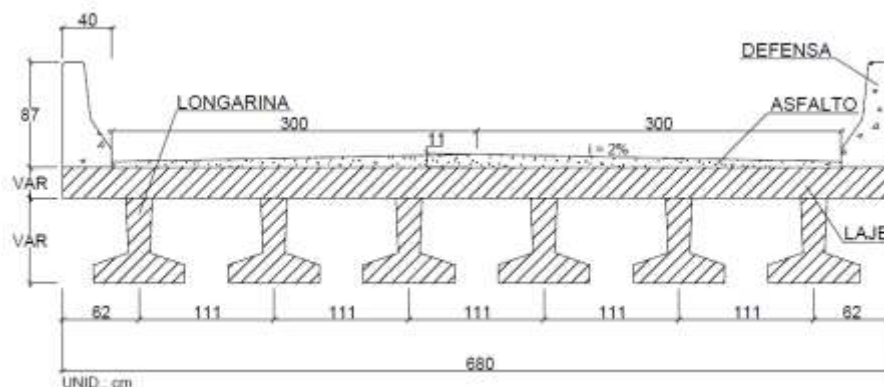
Vão (m)	D1 (cm)	D2 (cm)	D4 (cm)	D5 (cm)	D6 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)	B6 (cm)
6	90	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
7	90	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
8	100	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
9	110	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
10	120	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
11	130	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
12	140	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
13	145	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
14	155	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
15	165	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
16	175	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
17	185	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
18	195	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
19	210	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
20	220	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5

21) **P21 PMC 5V** – Ponte pré moldada com cinco longarinas tipo C em concreto armado.



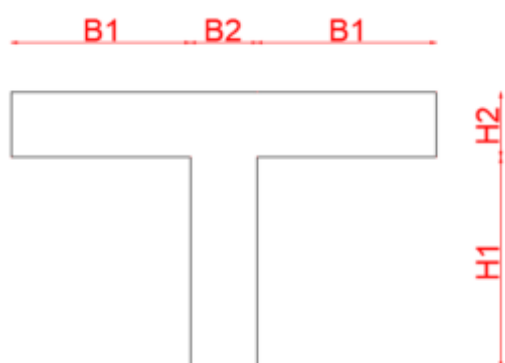
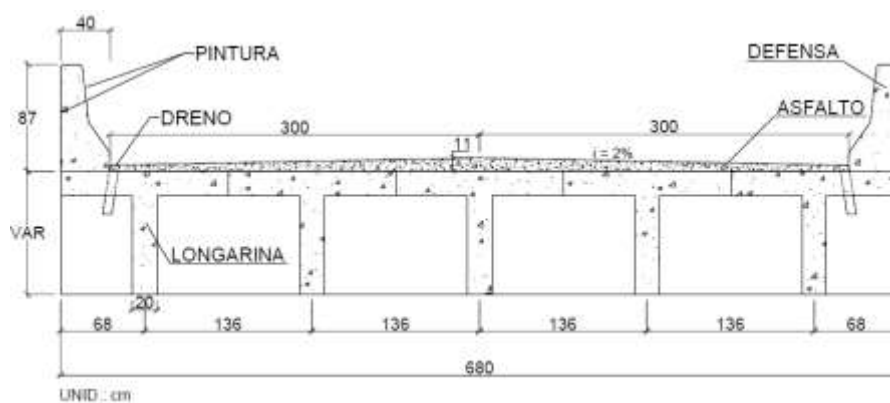
Vão (m)	D1 (cm)	D2 (cm)	D4 (cm)	D5 (cm)	D6 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)	B6 (cm)
6	80	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
7	90	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
8	95	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
9	100	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
10	110	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
11	120	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
12	130	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
13	140	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
14	150	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
15	160	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
16	165	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
17	175	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
18	180	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
19	190	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
20	200	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5

22) **P22 PMC 6V** – Ponte pré moldada com seis longarinas tipo C em concreto armado.



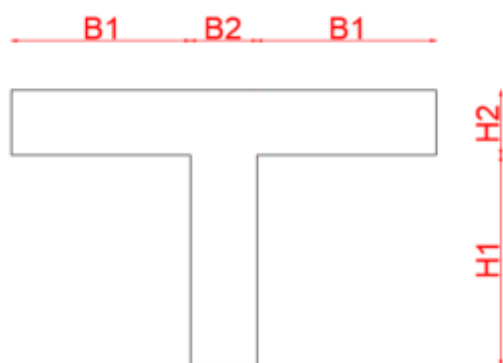
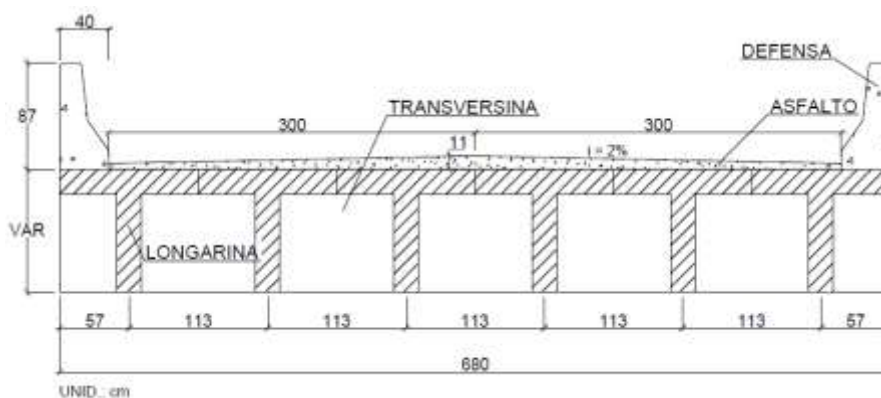
Vão (m)	D1 (cm)	D2 (cm)	D4 (cm)	D5 (cm)	D6 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)	B6 (cm)
6	80	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
7	80	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
8	90	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
9	95	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
10	105	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
11	110	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
12	120	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
13	130	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
14	140	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
15	145	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
16	155	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
17	165	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
18	170	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
19	180	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5
20	190	0	0	10	15	34	87	30	0	28,5

- 23) **P23 PMD 5V** – Ponte pré moldada com cinco longarinas tipo D em concreto armado.



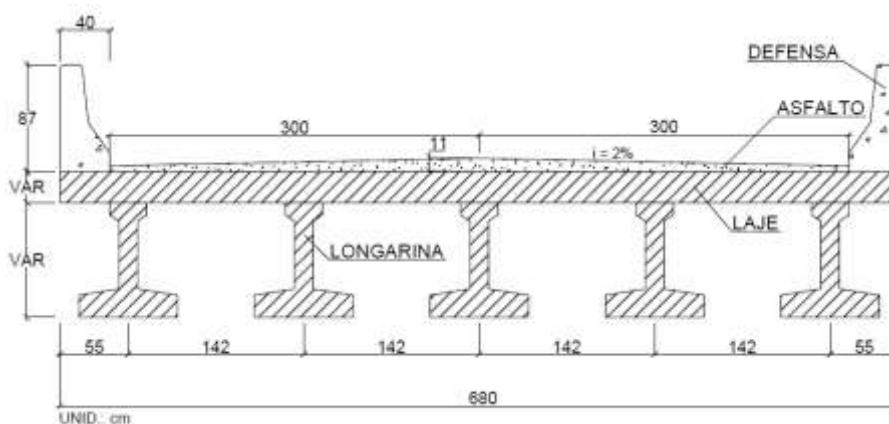
Vão (m)	B1 (cm)	B2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)
6	68	30	60	20
7	68	30	70	20
8	68	30	70	20
9	68	30	80	20
10	68	30	80	20
11	68	30	105	20
12	68	30	120	20
13	68	30	135	20
14	68	30	135	20
15	68	30	135	20
16	68	30	135	20
17	68	30	140	20
18	68	30	160	20
19	68	30	160	20
20	68	30	165	20

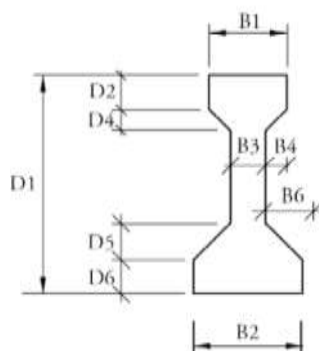
- 24) **P24 PMD 6V** – Ponte pré moldada com seis longarinas tipo D em concreto armado.



Vão (m)	B1 (cm)	B2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)
6	56,5	30	60	20
7	56,5	30	60	20
8	56,5	30	60	20
9	56,5	30	70	20
10	56,5	30	75	20
11	56,5	30	85	20
12	56,5	30	90	20
13	56,5	30	100	20
14	56,5	30	105	20
15	56,5	30	115	20
16	56,5	30	125	20
17	56,5	30	130	20
18	56,5	30	135	20
19	56,5	30	145	20
20	56,5	30	155	20

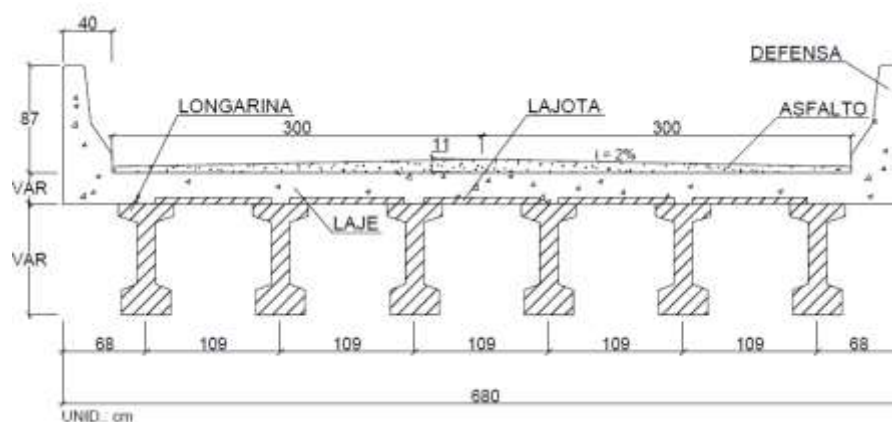
25) **P25 PME 5V** – Ponte pré moldada com cinco longarinas tipo E em concreto armado.

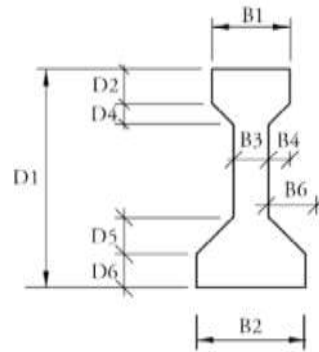




Vão (m)	D1 (cm)	D2 (cm)	D4 (cm)	D5 (cm)	D6 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)	B6 (cm)
6	80	10	5	5	18	45	95	30	22,5	47,5
7	80	10	5	5	18	45	95	30	22,5	47,5
8	85	10	5	5	18	45	95	30	22,5	47,5
9	90	10	5	5	18	45	95	30	22,5	47,5
10	100	10	5	5	18	45	95	30	22,5	47,5
11	110	10	5	5	18	45	95	30	22,5	47,5
12	120	10	5	5	18	45	95	30	22,5	47,5
13	130	10	5	5	18	45	95	30	22,5	47,5
14	140	10	5	5	18	45	95	30	22,5	47,5
15	140	10	5	5	18	45	95	30	22,5	47,5
16	150	10	5	5	18	45	95	30	22,5	47,5
17	160	10	5	5	18	45	95	30	22,5	47,5
18	170	10	5	5	18	45	95	30	22,5	47,5
19	180	10	5	5	18	45	95	30	22,5	47,5
20	180	10	5	5	18	45	95	30	22,5	47,5

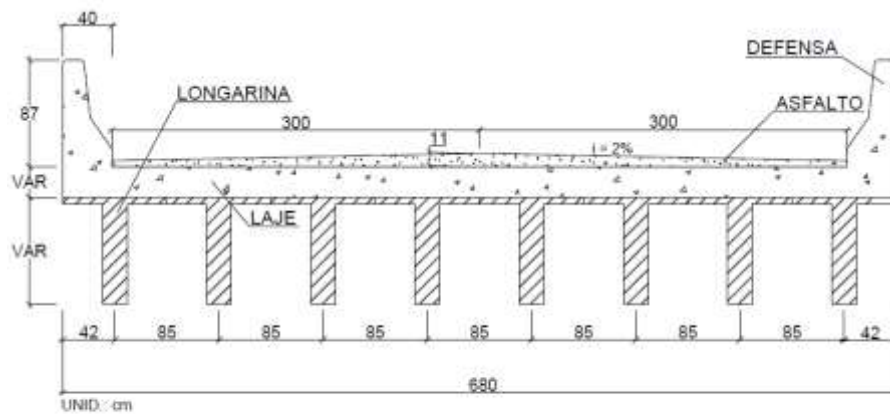
26) **P26 PMIL 6V** – Ponte pré moldada com seis longarinas em concreto armado e laje moldada in loco.

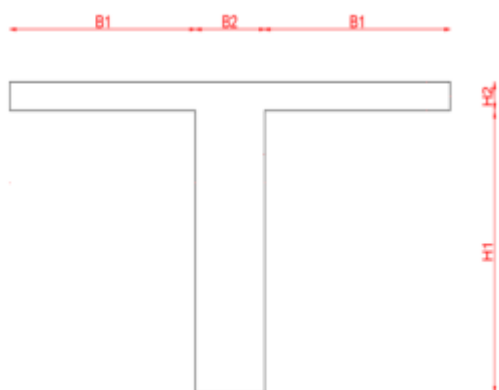




Vão (m)	D1 (cm)	D2 (cm)	D4 (cm)	D5 (cm)	D6 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)	B6 (cm)
6	80	10	5	20	5	60	55	30	30	27,5
7	80	10	5	20	5	60	55	30	30	27,5
8	90	10	5	20	5	60	55	30	30	27,5
9	100	10	5	20	5	60	55	30	30	27,5
10	110	10	5	20	5	60	55	30	30	27,5
11	120	10	5	20	5	60	55	30	30	27,5
12	130	10	5	20	5	60	55	30	30	27,5
13	130	10	5	20	5	60	55	30	30	27,5
14	140	10	5	20	5	60	55	30	30	27,5
15	150	10	5	20	5	60	55	30	30	27,5
16	155	10	5	20	5	60	55	30	30	27,5
17	165	10	5	20	5	60	55	30	30	27,5
18	175	10	5	20	5	60	55	30	30	27,5
19	180	10	5	20	5	60	55	30	30	27,5
20	190	10	5	20	5	60	55	30	30	27,5

27) **P27 PMIL 8V** – Ponte pré moldada com oito longarinas tipo “T” em concreto armado e laje moldada in loco.





Vão (m)	B1 (cm)	B2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)
6	42,5	20	80	5
7	42,5	20	90	5
8	42,5	20	100	5
9	42,5	20	110	5
10	42,5	20	115	5
11	42,5	20	125	5
12	42,5	20	135	5
13	42,5	20	145	5
14	42,5	20	155	5
15	42,5	20	160	5
16	42,5	20	175	5
17	42,5	20	190	5
18	42,5	20	195	5
19	42,5	20	200	5
20	42,5	20	210	5

Apêndice D

Relação de serviços considerados para avaliação da sustentabilidade do ciclo de vida das pontes de pequenos vãos

Modelos de ponte selecionados

P1 M(S) 2V - Ponte mista aço/concreto com 2 longarinas soldadas																
P1 M(S) 2V	Área (m²):	40,8	47,6	54,4	61,2	68,0	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço	Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute fgk=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_02/2015	m³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm²	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
Estrutura em chapa de aço COS_AR_COR-500, corte, solda e montagem - fornecimento e instalação	kg	1.262,40	1.700,28	1.996,65	2.642,94	3.251,74	3.984,12	4.840,96	5.782,04	6.695,07	8.117,18	9.395,59	9.980,79	11.503,48	12.513,59	13.570,23
TRANSVERSINAS																
Estrutura em chapa de aço COS_AR_COR-500, corte, solda e montagem - fornecimento e instalação	kg	795,76	1.250,36	1.556,79	1.603,13	1.603,13	1.784,00	1.830,34	2.440,04	2.757,60	3.952,18	3.952,18	3.952,18	3.952,18	4.939,72	5.856,55
CONNECTORES																
Stud bolt 3/4" (19mm)	kg	32,66	38,10	43,55	48,99	54,43	59,88	65,32	70,76	76,20	81,65	87,09	92,53	97,98	103,42	108,86
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	2,09	2,99	3,60	4,30	4,91	5,83	6,74	8,29	9,53	12,15	13,43	14,03	15,55	17,56	19,54
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	62,72	89,66	107,91	128,85	147,28	174,84	202,10	248,79	285,87	364,53	403,05	420,76	1.836,00	526,70	586,07
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Laje Pré-fabricada 4 e=20cm																
INDUSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	624,60	728,70	832,80	936,90	1.041,00	1.145,10	1.249,20	1.353,30	1.457,40	1.561,50	1.665,60	1.769,70	1.873,80	1.977,90	2.082,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	358,80	418,60	478,40	538,20	598,00	657,80	717,60	777,40	837,20	897,00	956,80	1.016,60	1.076,40	1.136,20	1.196,00
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	40,80	47,60	54,40	61,20	68,00	74,80	81,60	88,40	95,20	102,00	108,80	115,60	122,40	129,20	136,00
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de laje pré-moldada de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	816,00	918,00	1.020,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00
Lançamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
DEFENSA																
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m															
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64

Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	21,84	25,49	29,13	32,77	36,41	40,05	43,69	47,33	50,97	54,61	58,25	61,89	65,53	69,17	72,82
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM																
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA																
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL)/ MANUTENÇÃO																
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiaetileno	m³	10,46	12,20	13,95	15,69	17,43	19,18	20,92	22,66	24,41	26,15	27,89	29,64	31,38	33,12	34,87
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	784,53	915,29	1.046,04	1.176,80	1.307,55	1.438,31	1.569,06	1.699,82	1.830,57	1.961,33	2.092,08	2.222,84	2.353,59	2.484,35	2.615,10
Desmonte de estrutura de vigas metálicas	kg	2.090,82	2.988,74	3.598,99	4.209,06	4.909,30	5.627,99	6.738,62	8.282,84	9.528,87	12.151,01	13.434,86	14.025,50	15.553,64	17.556,73	19.535,64
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	62,72	89,66	107,91	128,85	147,28	174,84	202,10	248,79	285,87	364,53	403,05	420,76	466,61	526,70	586,07

P2 M(S) 3V - Ponte mista aço/concreto com 3 longarinas soldadas																
P2 M(S) 3V	Área (m²):	40,8	47,6	54,4	61,2	68,0	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço	Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute fgk=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_02/2015	m³	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm²	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
Estrutura em chapa de aço COS_AR_COR-500, corte, solda e montagem - fornecimento e instalação	kg	1.893,80	2.879,10	2.990,01	3.956,83	4.793,93	5.977,06	7.178,80	8.661,54	10.019,27	11.661,46	12.523,86	13.809,97	15.863,87	18.226,76	19.778,30
TRANSVERSINAS																
Estrutura em chapa de aço COS_AR_COR-500, corte, solda e montagem - fornecimento e instalação	kg	812,00	1.218,00	1.588,54	1.635,82	1.820,39	1.820,39	1.820,39	2.493,57	2.818,04	2.818,04	4.032,80	4.032,80	4.032,80	5.040,49	5.040,49
CONECTORES																
Stud bolt 3/4" (19mm)	kg	48,99	57,15	65,32	73,48	81,65	89,81	97,98	106,14	114,31	122,47	130,64	138,80	146,97	155,13	163,30
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	2,75	4,15	4,64	5,67	6,70	7,89	9,10	11,26	12,95	14,60	16,69	17,98	20,04	23,42	24,98
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	82,64	124,63	139,32	169,98	200,88	236,62	272,91	337,84	388,55	438,06	500,62	539,45	601,31	702,67	749,46
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Laje Pré-fabricada 4 e=20cm																
INDUSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	570,60	665,70	760,80	855,90	951,00	1.046,10	1.141,20	1.236,30	1.331,40	1.426,50	1.521,60	1.616,70	1.711,80	1.806,90	1.902,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	356,40	415,80	475,20	534,60	594,00	653,40	712,80	772,20	831,60	891,00	950,40	1.009,80	1.069,20	1.128,60	1.188,00
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 80 cm - utilização de 100	m²	40,80	47,60	54,40	61,20	68,00	74,80	81,60	88,40	95,20	102,00	108,80	115,60	122,40	129,20	136,00
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de laje pré-moldada de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	816,00	918,00	1.020,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00
Lançamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
DEFENSA																
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m															
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,89	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64

Transporte com caminhão carrociera de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carrociera de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	21,84	25,49	29,13	32,77	36,41	40,05	43,69	47,33	50,97	54,61	58,25	61,89	65,53	69,17	72,82
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM																
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA																
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL)/ MANUTENÇÃO																
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusiva carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusiva carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiacetileno	m³	10,46	12,20	13,95	15,69	17,43	19,18	20,92	22,66	24,41	26,15	27,89	29,64	31,38	33,12	34,87
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	784,53	915,29	1.046,04	1.176,80	1.307,55	1.438,31	1.569,06	1.699,82	1.830,57	1.961,33	2.092,08	2.222,84	2.353,59	2.484,35	2.615,10
Desmonte de estrutura de vigas metálicas	kg	2.754,59	4.154,25	4.643,87	5.066,14	5.695,96	7.887,26	9.097,17	11.261,25	12.951,62	14.601,97	16.687,29	17.981,57	20.043,63	23.422,39	24.982,09
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	82,64	124,63	139,32	169,98	200,88	236,62	272,91	337,84	388,55	438,06	500,62	539,45	601,31	702,67	749,46

P3 M(S) 4V - Ponte mista aço/concreto com 4 longarinas soldadas																
P3 M(S) 4V	Área (m²):	40,8	47,6	54,4	61,2	68,0	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço	Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute fgk=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo)-preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_02/2015	m²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local -fornecimento e instalação	dm²	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
Estrutura em chapa de aço COS_AR_COR-500, corte, solda e montagem -fornecimento e instalação	kg	1.619,86	2.581,33	3.314,84	3.898,80	4.564,00	5.517,60	6.172,80	7.290,40	8.201,88	9.569,86	11.163,74	12.309,27	14.031,64	15.168,44	17.431,33
TRANSVERSINAS																
Estrutura em chapa de aço COS_AR_COR-500, corte, solda e montagem -fornecimento e instalação	kg	649,10	973,65	973,65	1.325,18	1.101,51	1.325,18	1.325,18	1.766,91	2.372,57	2.304,02	1.850,44	2.376,31	2.373,64	3.300,01	2.970,12
CONECTORES																
Stud bolt 3/4" (19mm)	kg	65,32	76,20	87,09	97,98	108,86	119,75	130,64	141,52	152,41	163,30	174,18	185,07	195,96	206,84	217,73
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	2,33	3,63	4,38	5,32	5,77	6,96	7,63	9,20	10,73	12,04	13,19	14,87	16,60	18,68	20,62
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	70,03	108,94	131,27	159,66	173,23	208,88	228,86	275,97	321,81	361,12	395,65	446,12	498,04	560,26	618,58
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Laje Pré-fabricada 4 e=20cm																
INDUSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	484,80	565,60	646,40	727,20	808,00	888,80	969,60	1.050,40	1.131,20	1.212,00	1.292,80	1.373,60	1.454,40	1.535,20	1.616,00
Armação em aço CA-80 - fornecimento, preparo e colocação	kg	351,00	408,50	468,00	526,50	585,00	643,50	702,00	760,50	819,00	877,50	936,00	994,50	1.053,00	1.111,50	1.170,00
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	40,80	47,60	54,40	61,20	68,00	74,80	81,60	88,40	95,20	102,00	108,80	115,60	122,40	129,20	136,00
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de laje pré-moldada de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	816,00	918,00	1.020,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00
Lançamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
DEFENSA																
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m															
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64

Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	9,80	11,43	13,06	14,69	16,33	17,96	19,59	21,22	22,86	24,49	26,12	27,76	29,39	31,02	32,65
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	21,84	25,49	29,13	32,77	36,41	40,05	43,69	47,33	50,97	54,61	58,25	61,89	65,53	69,17	72,82
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM																
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA																
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL)/ MANUTENÇÃO																
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiacetileno	m³	10,46	12,20	13,95	15,69	17,43	19,18	20,92	22,66	24,41	26,15	27,89	29,64	31,38	33,12	34,87
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	784,53	915,29	1.046,04	1.176,80	1.307,55	1.438,31	1.569,06	1.699,82	1.830,57	1.961,33	2.092,08	2.222,84	2.353,59	2.484,35	2.615,10
Desmonte de estrutura de vigas metálicas	kg	2.334,28	3.631,19	4.375,58	5.321,96	5.774,37	6.962,53	7.628,62	9.198,94	10.726,86	12.037,17	13.188,37	14.870,65	16.801,23	18.675,30	20.619,18
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	70,03	108,94	131,27	159,66	173,23	208,88	228,86	275,97	321,81	361,12	395,65	446,12	498,04	560,26	618,58

P4 M(L) 2V - Ponte mista aço/concreto com 2 longarinas laminadas																
P4 M(L) 2V	Área (m²):	40,8	47,6	54,4	61,2	68,0	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço	Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute f _{gk} =30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_02/2015	m³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm²	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
Estrutura em chapa de aço COS_AR_COR-500, corte, solda e montagem - fornecimento e instalação	kg	1.104,00	1.591,82	2.015,02	2.665,82	3.241,78	3.887,51	4.658,01	5.828,59	6.251,55	7.489,88	8.725,02	10.086,15	11.327,29	13.058,33	13.745,41
TRANSVERSINAS																
Estrutura em chapa de aço COS_AR_COR-500, corte, solda e montagem - fornecimento e instalação	kg	730,10	1.102,20	1.364,94	1.686,62	1.686,62	1.848,08	1.848,08	2.463,78	2.896,38	2.899,59	2.899,59	2.899,59	2.899,59	4.337,04	4.337,04
CONECTORES																
Stud bolt 3/4" (19mm)	kg	32,68	38,10	43,55	48,99	54,43	59,88	65,32	70,76	76,20	81,65	87,09	92,53	97,98	103,42	108,88
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	1,87	2,73	3,42	4,40	4,98	5,80	6,57	8,36	9,22	10,47	11,71	13,08	14,32	17,50	18,19
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	56,00	81,96	102,71	132,04	149,49	173,86	197,14	250,89	276,72	314,13	351,35	392,35	429,75	524,96	545,74
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Laje Pré-fab 4 e= 20 cm																
INDUSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	624,60	728,70	832,80	936,90	1.041,00	1.145,10	1.249,20	1.353,30	1.457,40	1.561,50	1.665,60	1.769,70	1.873,80	1.977,90	2.082,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	358,80	418,60	478,40	538,20	598,00	657,80	717,60	777,40	837,20	897,00	956,80	1.016,60	1.076,40	1.136,20	1.196,00
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento f _{ck} = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	40,80	47,60	54,40	61,20	68,00	74,80	81,60	88,40	95,20	102,00	108,80	115,60	122,40	129,20	136,00
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de laje pré-moldada de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	816,00	918,00	1.020,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00
Lançamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
DEFENSA																
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m															
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,96	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64

Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	9,80	11,43	13,06	14,69	16,33	17,96	19,59	21,22	22,86	24,49	26,12	27,76	29,39	31,02	32,65
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	21,84	25,49	29,13	32,77	36,41	40,05	43,69	47,33	50,97	54,61	58,25	61,89	65,53	69,17	72,82
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM																
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA																
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL) MANUTENÇÃO																
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiacetileno	m³	10,46	12,20	13,95	15,69	17,43	19,18	20,92	22,66	24,41	26,15	27,89	29,64	31,38	33,12	34,87
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	784,53	915,29	1.046,04	1.176,80	1.307,55	1.438,31	1.569,06	1.699,82	1.830,57	1.961,33	2.092,08	2.222,84	2.353,59	2.484,35	2.615,10
Desmonte de estrutura de vigas metálicas	kg	1.866,76	2.732,12	3.423,51	4.401,43	4.982,84	5.795,46	6.571,41	8.363,14	9.224,13	10.471,12	11.711,70	13.078,27	14.324,85	17.498,79	18.191,31
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	56,00	81,96	102,71	132,04	149,49	173,86	197,14	250,89	276,72	314,13	351,35	392,35	429,75	524,96	545,74

P5 M(L) 3V - Ponte mista aço/concreto com 3 longarinas laminadas																
P5 M(L) 3V	Área (m²):	40,8	47,6	54,4	61,2	68,0	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço	Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute fgk=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_02/2015	m³	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm²	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
Estrutura em chapa de aço COS_AR_COR-500, corte, solda e montagem - fornecimento e instalação	kg	1.656,00	2.121,00	3.016,48	3.640,68	4.434,82	5.730,04	6.361,05	7.559,51	8.473,33	10.068,23	11.459,13	12.730,25	14.730,31	16.916,38	19.306,44
TRANSVERSINAS																
Estrutura em chapa de aço COS_AR_COR-500, corte, solda e montagem - fornecimento e instalação	kg	740,00	1.110,00	1.117,19	1.704,53	1.704,53	1.704,53	1.885,78	2.517,01	2.517,01	2.517,01	2.517,01	3.478,74	3.478,74	4.350,52	4.350,52
CONNECTORES																
Stud bolt 3/4" (19mm)	kg	48,99	57,15	65,32	73,48	81,65	89,81	97,98	106,14	114,31	122,47	130,64	138,80	146,97	155,13	163,30
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	2,44	3,29	4,20	5,42	6,22	7,52	8,34	10,18	11,10	12,71	14,11	16,36	18,36	21,42	23,82
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	73,35	98,64	125,97	162,56	186,63	225,73	250,34	305,48	333,14	381,23	423,20	490,70	550,68	642,66	714,61
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Laje Pré-fab 4 e= 20 cm																
INDUSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	570,60	665,70	760,80	855,90	951,00	1.046,10	1.141,20	1.236,30	1.331,40	1.426,50	1.521,60	1.616,70	1.711,80	1.806,90	1.902,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	356,40	415,80	475,20	534,60	594,00	653,40	712,80	772,20	831,60	891,00	950,40	1.009,80	1.069,20	1.128,60	1.188,00
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	40,80	47,60	54,40	61,20	68,00	74,80	81,60	88,40	95,20	102,00	108,80	115,60	122,40	129,20	136,00
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de laje pré-moldada de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	816,00	918,00	1.020,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00
Lançamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
DEFENSA																
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m															
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64

Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	9,80	11,43	13,06	14,69	16,33	17,96	19,59	21,22	22,86	24,49	26,12	27,76	29,39	31,02	32,65
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,83	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	21,84	25,49	29,13	32,77	36,41	40,05	43,69	47,33	50,97	54,61	58,25	61,89	65,53	69,17	72,82
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM																
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA																
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL) / MANUTENÇÃO																
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiacetileno	m³	10,46	12,20	13,95	15,69	17,43	19,18	20,92	22,66	24,41	26,15	27,89	29,64	31,38	33,12	34,87
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	784,53	915,29	1.046,04	1.176,80	1.307,55	1.438,31	1.569,06	1.699,82	1.830,57	1.961,33	2.092,08	2.222,84	2.353,59	2.484,35	2.615,10
Desmonte de estrutura de vigas metálicas	kg	2.444,99	3.288,15	4.198,96	5.418,67	6.221,00	7.524,39	8.344,80	10.182,66	11.104,65	12.707,71	14.106,78	16.356,79	18.356,01	21.422,03	23.820,26
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	73,35	98,64	125,97	162,56	186,63	225,73	250,34	305,48	333,14	381,23	423,20	490,70	550,68	642,66	714,61

P6 M(L) 4V - Ponte mista aço/concreto com 4 longarinas laminadas																
P6 M(L) 4V	Área (m²):	40,8	47,6	54,4	61,2	68,0	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço	Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute fgk=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_02/2015	m³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm²	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
Estrutura em chapa de aço COS_AR_COR-500, corte, solda e montagem - fornecimento e instalação	kg	1.776,00	2.296,00	3.232,00	4.068,00	5.000,00	5.896,00	7.056,00	8.372,00	9.732,61	10.612,48	12.407,66	13.747,25	16.062,71	19.001,63	20.020,35
TRANSVERSINAS																
Estrutura em chapa de aço COS_AR_COR-500, corte, solda e montagem - fornecimento e instalação	kg	728,98	1.338,24	1.338,24	1.338,24	1.380,67	1.844,16	1.844,16	2.458,88	2.472,31	2.735,19	2.735,19	2.738,75	3.782,33	4.726,25	4.731,14
CONECTORES																
Stud bolt 3/4" (19mm)	kg	65,32	76,20	87,08	97,98	108,88	119,75	130,64	141,52	152,41	163,30	174,18	185,07	195,96	206,84	217,73
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	2,57	3,71	4,66	5,50	6,49	7,86	9,03	10,97	12,36	13,51	15,32	16,67	20,04	23,93	24,97
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	77,11	111,31	139,72	165,13	194,69	235,80	270,92	329,17	370,72	405,33	459,51	500,13	601,23	718,04	749,08
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Laje Pré-fab 4 e= 20 cm																
INDUSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	484,80	565,60	646,40	727,20	808,00	888,80	969,60	1.050,40	1.131,20	1.212,00	1.292,80	1.373,60	1.454,40	1.535,20	1.616,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	351,00	409,50	468,00	526,50	585,00	643,50	702,00	760,50	819,00	877,50	936,00	994,50	1.053,00	1.111,50	1.170,00
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	40,80	47,60	54,40	61,20	68,00	74,80	81,60	88,40	95,20	102,00	108,80	115,60	122,40	129,20	136,00
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de laje pré-moldada de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	816,00	918,00	1.020,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00
Lançamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
DEFENSA																
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m															
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64

Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	9,80	11,43	13,06	14,69	16,33	17,96	19,59	21,22	22,86	24,49	26,12	27,76	29,39	31,02	32,65
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 80 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	32,77	25,49	29,13	32,77	36,41	40,05	43,69	47,33	50,97	54,61	58,25	61,89	65,53	69,17	72,82
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM																
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA																
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL)/ MANUTENÇÃO																
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusiva carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusiva carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiacetileno	m³	10,46	12,20	13,95	15,69	17,43	19,18	20,92	22,66	24,41	26,15	27,89	29,64	31,38	33,12	34,87
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	784,53	915,29	1.046,04	1.176,80	1.307,55	1.438,31	1.569,06	1.699,82	1.830,57	1.961,33	2.092,08	2.222,84	2.353,59	2.484,35	2.615,10
Desmonte de estrutura de vigas metálicas	kg	2.570,28	3.710,44	4.850,60	5.990,76	7.130,92	8.271,08	9.411,24	10.551,40	11.691,56	12.831,72	13.971,88	15.112,04	16.252,20	17.392,36	18.532,52
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	77,11	111,31	139,72	165,13	194,69	235,80	270,92	329,17	370,72	405,33	459,51	500,13	601,23	718,04	749,08

P7 VL 2V - Ponte moldada in loco com 2 longarinas em concreto armado																
P7 VL 2V	Área (m²):	40,80	47,60	54,4	61,2	68,0	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,80	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,00	7,00	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço		Unid	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute fck=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af. 02/2015	m²	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm²	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12	13,12
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
FORMAS																
Formas de tabuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	31,20	37,80	46,40	55,80	64,00	77,00	88,80	101,40	117,60	132,00	147,20	166,60	183,60	201,40	224,00
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	27,09	32,82	40,28	48,44	55,56	66,85	77,09	88,03	102,09	114,60	127,79	144,63	159,39	174,84	194,46
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.135,00	1.306,60	1.688,20	2.283,80	2.820,00	3.144,20	3.638,20	4.013,60	4.320,80	4.840,00	5.394,00	6.099,00	6.294,20	6.709,80	7.394,20
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	34,05	39,20	56,65	68,51	84,60	94,33	109,15	120,41	129,62	145,20	161,82	182,97	188,83	201,29	221,83
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	5,28	6,44	8,00	9,72	11,20	13,64	15,84	18,20	21,28	24,00	26,88	30,60	33,84	37,24	41,60
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	12,67	15,46	19,20	23,33	26,88	32,74	38,02	43,68	51,07	57,60	64,51	73,44	81,22	89,38	99,84
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	380,16	463,68	576,00	699,84	806,40	982,08	1.140,48	1.310,40	1.532,16	1.728,00	1.935,36	2.203,20	2.436,48	2.661,28	2.995,20
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	5,28	6,44	8,00	9,72	11,20	13,64	15,84	18,20	21,28	24,00	26,88	30,60	33,84	37,24	41,60
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	5,28	6,44	8,00	9,72	11,20	13,64	15,84	18,20	21,28	24,00	26,88	30,60	33,84	37,24	41,60
TRANSVERSINAS																
FORMAS																
Formas de tabuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	31,68	44,46	48,18	51,90	53,76	59,34	63,06	83,16	90,00	94,56	99,12	105,96	110,52	137,34	145,44
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	27,50	38,60	41,83	45,06	46,67	51,52	54,75	72,20	78,13	82,09	86,05	91,99	95,95	119,23	126,26
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.253,26	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04	2.750,04
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	37,60	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	82,50	82,50
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	5,98	8,19	8,90	9,61	9,97	11,04	11,75	15,40	16,72	17,60	18,48	19,80	20,68	25,68	27,25
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	14,36	19,65	21,36	23,07	23,92	26,49	28,20	36,96	40,13	42,24	44,35	47,52	49,63	61,62	65,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	430,85	589,54	640,80	692,06	717,70	794,59	845,86	1.108,80	1.203,84	1.267,20	1.330,56	1.425,60	1.488,96	1.848,67	1.961,86
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	5,98	8,19	8,90	9,61	9,97	11,04	11,75	15,40	16,72	17,60	18,48	19,80	20,68	25,68	27,25
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	5,98	8,19	8,90	9,61	9,97	11,04	11,75	15,40	16,72	17,60	18,48	19,80	20,68	25,68	27,25
LAJE 1 "In loco" e= 20 cm																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	624,60	728,70	832,80	936,90	1.041,00	1.145,10	1.249,20	1.353,30	1.457,40	1.561,50	1.665,60	1.769,70	1.873,80	1.977,90	2.082,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	358,80	418,60	478,40	538,20	598,00	657,80	717,60	777,40	837,20	897,00	956,80	1.016,60	1.076,40	1.136,20	1.196,00
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	29,50	34,42	39,34	44,25	49,17	54,09	59,00	63,92	68,84	73,76	78,67	83,59	88,51	93,42	98,34
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	19,58	22,85	26,11	29,38	32,64	35,90	39,17	42,43	45,70	48,96	52,22	55,49	58,75	62,02	65,28
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	587,52	685,44	783,36	881,28	979,20	1.077,12	1.175,04	1.272,96	1.370,88	1.468,80	1.566,72	1.664,64	1.762,56	1.860,48	1.958,40
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20

Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m²	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20	
FORMAS																	
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	43,20	50,40	57,60	64,80	72,00	79,20	86,40	93,60	100,80	108,00	115,20	122,40	129,60	136,80	144,00	
Escoramento com pontaletes D = 15 cm - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m³	204,00	238,00	272,00	306,00	340,00	374,00	408,00	442,00	476,00	510,00	544,00	578,00	612,00	646,00	680,00	
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	211,43	246,67	281,91	317,15	352,39	387,63	422,87	458,11	493,34	528,58	563,82	599,06	634,30	669,54	704,78	
DEFENSA																	
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m																
ARMADURA																	
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64	
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77	
CONCRETO 35 Mpa																	
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67	
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40	
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10	
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67	
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m²	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67	
FORMAS																	
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05	
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72	
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																	
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00	
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	63,28	166,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80	
DRENAGEM																	
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00	
PINTURA																	
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40	
FASE 2: USO																	
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL) MANUTENÇÃO																	
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00	
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00	
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																	
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00	
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00	
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00	
FASE 3: FIM DE VIDA																	
DEMOLIÇÃO																	
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80	
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxalotileno	m³	21,72	26,83	30,85	35,02	38,60	43,85	48,51	56,26	62,41	67,75	73,25	80,04	85,90	96,04	103,72	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.629,33	2.012,39	2.313,54	2.626,70	2.895,15	3.289,01	3.638,16	4.219,82	4.680,57	5.081,33	5.494,08	6.002,84	6.442,59	7.203,05	7.778,70	

P8 VL 3V - Ponte moldada in loco com 3 longarinas em concreto armado																
P8 VL 3V	Área (m²):	40,80	47,60	54,4	61,2	68,0	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,80	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,00	7,00	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço	Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute fgk=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_02/2015	m³	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm²	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
FORMAS																
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	36,00	46,20	57,60	70,20	87,00	102,30	118,80	136,50	155,40	175,50	196,80	219,30	243,00	267,60	294,00
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	31,25	40,11	50,01	60,94	75,53	88,81	103,14	118,50	134,91	152,36	170,85	190,38	225,75	232,58	255,24
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.584,00	1.855,50	2.195,10	2.613,30	2.765,40	3.211,20	3.877,20	4.158,30	4.708,20	5.188,80	5.769,30	6.465,60	7.118,40	7.770,30	8.535,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	47,52	111,33	85,85	78,40	82,96	96,34	116,32	124,75	141,25	155,66	173,08	193,97	213,55	233,11	256,05
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fgk = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	5,76	7,56	9,60	11,88	15,00	17,82	20,88	24,18	27,72	31,50	35,52	39,78	44,28	49,02	54,00
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	13,82	18,14	23,04	28,51	36,00	42,77	50,11	58,03	66,53	75,60	85,25	95,47	106,27	117,65	129,60
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	414,72	544,32	691,20	856,36	1.080,00	1.283,04	1.503,36	1.740,96	1.995,84	2.268,00	2.557,44	2.864,16	3.188,16	3.529,44	3.888,00
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	5,76	7,56	9,60	11,88	15,00	17,82	20,88	24,18	27,72	31,50	35,52	39,78	44,28	49,02	54,00
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	5,76	7,56	9,60	11,88	15,00	17,82	20,88	24,18	27,72	31,50	35,52	39,78	44,28	49,02	54,00
TRANSVERSINAS																
FORMAS																
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	23,04	34,28	37,92	41,56	47,02	50,66	54,30	71,24	75,64	80,04	84,44	88,84	93,24	115,50	120,66
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	20,00	29,76	32,92	36,08	40,82	43,98	47,14	61,85	65,67	69,49	73,31	77,13	80,95	100,27	104,75
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.253,28	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04	2.750,04
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	37,60	105,13	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	82,50	82,50
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fgk = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	4,35	6,26	6,96	7,66	8,70	9,40	10,09	13,14	13,99	14,84	15,69	16,54	17,38	21,50	22,50
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	10,44	15,03	16,70	18,37	20,88	22,55	24,22	31,55	33,58	35,62	37,65	39,69	41,72	51,60	54,00
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	313,34	451,01	501,12	551,23	626,40	676,51	726,62	946,37	1.007,42	1.068,48	1.129,54	1.190,59	1.251,65	1.548,00	1.620,00
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	4,35	6,26	6,96	7,66	8,70	9,40	10,09	13,14	13,99	14,84	15,69	16,54	17,38	21,50	22,50
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	4,35	6,26	6,96	7,66	8,70	9,40	10,09	13,14	13,99	14,84	15,69	16,54	17,38	21,50	22,50
LAJE 1 "in loco" e= 20 cm																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	570,60	665,70	760,80	855,90	951,00	1.046,10	1.141,20	1.236,30	1.331,40	1.426,50	1.521,60	1.616,70	1.711,80	1.806,90	1.902,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	356,40	415,80	475,20	534,60	594,00	653,40	712,80	772,20	831,60	891,00	950,40	1.009,80	1.069,20	1.128,60	1.188,00
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	27,81	32,45	37,08	41,72	46,35	50,99	55,62	60,26	64,89	69,53	74,16	78,80	83,43	88,07	92,70
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fgk = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	19,58	22,85	26,11	29,38	32,64	35,90	39,17	42,43	45,70	48,96	52,22	55,49	58,75	62,02	65,28
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	587,52	685,44	783,36	881,28	979,20	1.077,12	1.175,04	1.272,96	1.370,88	1.468,80	1.566,72	1.664,64	1.762,56	1.860,48	1.958,40
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20

Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m²	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20	
FORMAS																	
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	43,20	50,40	57,60	64,80	72,00	79,20	86,40	93,60	100,80	108,00	115,20	122,40	129,60	136,80	144,00	
Escoramento com pontaletes D = 15 cm - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	204,00	238,00	272,00	306,00	340,00	374,00	408,00	442,00	476,00	510,00	544,00	578,00	612,00	646,00	680,00	
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	211,43	246,67	281,91	317,15	352,39	387,63	422,87	458,11	493,34	528,58	563,82	599,06	634,30	669,54	704,78	
DEFENSA																	
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m																
ARMADURA																	
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64	
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77	
CONCRETO 35 Mpa																	
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67	
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40	
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10	
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67	
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m²	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67	
FORMAS																	
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05	
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72	
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																	
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00	
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80	
DRENAGEM																	
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00	
PINTURA																	
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40	
FASE 2: USO																	
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL) MANUTENÇÃO																	
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00	
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00	
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																	
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00	
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00	
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00	
FASE 3: FIM DE VIDA																	
DEMOLIÇÃO																	
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80	
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiaetileno	m³	20,57	26,03	30,51	35,23	41,13	46,39	51,89	59,99	66,12	72,49	79,10	85,95	93,05	103,64	111,37	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.542,93	1.852,09	2.288,04	2.642,00	3.085,05	3.479,51	3.891,96	4.499,12	4.958,97	5.436,83	5.932,68	6.446,54	6.978,39	7.773,35	8.352,60	

P9 VL 4V - Ponte moldada in loco com 4 longarinas em concreto armado																
P9 VL 4V	Área (m²):	40,80	47,60	54,4	61,2	68,00	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,80	6,80	6,8	6,8	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,00	7,00	8,0	9,0	10,00	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço		Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute fgk=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af. 02/2015	m²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm²	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
FORMAS																
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	48,00	61,60	76,80	93,60	112,00	132,00	153,60	166,40	201,60	216,00	249,60	278,80	302,40	334,40	368,00
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	41,67	53,48	66,67	81,26	97,23	114,60	133,35	144,46	175,02	187,52	216,69	242,04	262,53	290,31	319,48
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.488,40	1.894,80	2.107,20	2.568,40	2.833,60	3.351,60	4.035,60	4.698,40	4.777,20	5.408,00	5.856,40	6.744,00	7.581,20	8.050,40	9.092,80
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	44,65	56,84	63,22	77,05	85,01	100,55	121,07	140,95	143,32	162,24	175,69	202,32	227,44	241,51	272,78
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fgk = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	7,68	10,08	12,80	15,84	19,20	22,88	26,88	29,12	35,84	38,40	44,80	50,32	54,72	60,80	67,20
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	18,43	24,19	30,72	38,02	46,08	54,91	64,51	69,89	86,02	92,16	107,52	120,77	131,33	145,92	161,28
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	552,96	725,76	921,60	1.140,48	1.382,40	1.647,36	1.935,36	2.096,64	2.580,48	2.764,80	3.225,60	3.623,04	3.939,84	4.377,60	4.838,40
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m²	7,68	10,08	12,80	15,84	19,20	22,88	26,88	29,12	35,84	38,40	44,80	50,32	54,72	60,80	67,20
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m²	7,68	10,08	12,80	15,84	19,20	22,88	26,88	29,12	35,84	38,40	44,80	50,32	54,72	60,80	67,20
TRANSVERSINAS																
FORMAS																
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	23,04	33,40	38,96	40,52	44,08	47,64	51,20	62,08	70,56	70,56	76,92	81,16	83,28	102,48	107,40
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	20,00	29,00	32,09	35,18	38,27	41,36	44,45	53,99	61,26	61,26	66,78	70,46	72,30	53,03	93,24
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.253,26	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	37,60	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	82,50	82,50
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fgk = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	4,35	6,12	6,80	7,48	8,16	8,84	9,52	11,42	13,06	13,06	14,28	15,10	15,50	19,04	19,99
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	10,44	14,89	16,32	17,95	19,58	21,22	22,85	27,42	31,33	31,33	34,27	36,23	37,21	45,70	47,98
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	313,34	440,64	480,60	538,56	587,52	636,48	685,44	822,53	940,03	940,03	1.028,16	1.086,91	1.116,29	1.370,88	1.439,42
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m²	4,35	6,12	6,80	7,48	8,16	8,84	9,52	11,42	13,06	13,06	14,28	15,10	15,50	19,04	19,99
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m²	4,35	6,12	6,80	7,48	8,16	8,84	9,52	11,42	13,06	13,06	14,28	15,10	15,50	19,04	19,99
LAJE 3 "in loco" e= 20 cm																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	484,80	565,60	646,40	727,20	808,00	888,80	969,60	1.050,40	1.131,20	1.212,00	1.292,80	1.373,60	1.454,40	1.535,20	1.616,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	351,00	409,50	468,00	526,50	585,00	643,50	702,00	760,50	819,00	877,50	936,00	994,50	1.053,00	1.111,50	1.170,00
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	25,07	29,25	33,43	37,61	41,79	45,97	50,15	54,33	58,51	62,69	66,86	71,04	75,22	79,40	83,58
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fgk = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	19,58	22,85	26,11	29,38	32,64	35,90	39,17	42,43	45,70	48,96	52,22	55,49	58,75	62,02	65,28
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	587,52	685,44	783,36	881,28	979,20	1.077,12	1.175,04	1.272,96	1.370,88	1.468,80	1.566,72	1.664,64	1.762,56	1.860,48	1.958,40

Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m²	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m²	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
FORMAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	43,20	50,40	57,60	64,80	72,00	79,20	86,40	93,60	100,80	108,00	115,20	122,40	129,60	136,80	144,00
Escoramento com pontaletes D = 15 cm - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	204,00	238,00	272,00	306,00	340,00	374,00	408,00	442,00	476,00	510,00	544,00	578,00	612,00	646,00	680,00
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	211,43	246,67	281,91	317,15	352,39	387,63	422,87	458,11	493,34	528,58	563,82	599,06	634,30	669,54	704,78
DEFENSA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ARMADURA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77
CONCRETO 35 Mpa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m²	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m²	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL)/ MANUTENÇÃO		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiaetileno	m²	22,49	28,40	33,55	39,01	44,79	50,90	57,32	63,21	73,30	77,61	86,97	95,05	101,61	112,96	122,08
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.686,93	2.130,29	2.516,04	2.925,80	3.359,55	3.817,31	4.299,06	4.740,62	5.497,77	5.820,53	6.523,08	7.129,04	7.820,39	8.472,35	9.154,50

P10 PT 3V - Ponte em concreto protendido com 3 longarinas																
P10 PT 3V	Área (m²):	40,80	47,60	54,4	61,2	68,00	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,80	6,80	6,8	6,8	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,00	7,00	8,0	9,0	10,00	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço	Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute fck=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita D/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_02/2015	m²	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm²	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
INDÚSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	39,96	52,92	65,28	78,84	96,60	100,98	120,96	134,94	142,80	162,00	177,60	180,54	205,20	207,48	230,40
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	796,08	899,43	1.193,43	1.490,10	1.636,17	2.187,54	2.583,51	2.888,49	3.097,95	3.329,34	3.361,11	3.864,33	4.429,98	4.770,06	5.108,73
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	4,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CABOS, BAINHAS E ANCORAGENS																
Cordoalha CP 190 RB D = 12,7 mm - fornecimento, preparo e colocação	kg	135,60	195,00	260,70	289,50	318,90	434,40	470,40	576,00	768,00	820,50	1.101,00	1.293,60	1.365,30	1.836,30	2.003,70
Bainha metálica diâmetro 55 mm para 8 cordoalhas D = 12,7 mm, semi-rígida, redonda, com montagem e injeção de nata de cimento	m	18,00	21,00	24,00	27,00	30,00	33,00	36,00	39,00	42,00	45,00	48,00	51,00	54,00	57,00	60,00
Ancoragem ativa para 8 cordoalhas D = 12,7 mm com placa de ancoragem, bloco, cunhas tripartidas, trombeta e protensão	unid	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Ancoragem passiva aderente para 8 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	unid	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	4,69	6,11	7,44	8,89	10,78	14,99	17,67	19,62	25,31	28,43	31,07	35,21	41,89	46,42	51,25
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	4,69	6,11	7,44	8,89	10,78	14,99	17,67	19,62	25,31	28,43	31,07	35,21	41,89	46,42	51,25
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	4,69	6,11	7,44	8,89	10,78	14,99	17,67	19,62	25,31	28,43	31,07	35,21	41,89	46,42	51,25
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	11,73	15,27	18,59	22,22	26,95	37,46	44,18	49,05	63,27	71,08	77,68	88,02	104,73	116,04	128,12
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	351,90	458,10	557,78	666,68	808,43	1.123,88	1.325,25	1.471,50	1.898,10	2.132,33	2.330,33	2.640,60	3.141,90	3.481,20	3.843,68
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
TRANSVERSINAS (In Loco)																
FORMAS																
Formas de tabuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	31,75	48,38	52,10	55,82	61,40	58,76	64,34	82,23	80,79	85,29	87,54	83,94	89,68	102,21	107,45
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	27,56	42,00	45,23	48,46	53,30	51,01	55,86	71,39	70,14	74,04	76,00	72,87	77,86	88,73	93,28
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.253,26	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04	2.750,04
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	37,60	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	82,50	82,50
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	5,28	7,89	8,52	9,15	10,09	12,19	13,38	16,97	20,01	21,19	21,77	20,83	24,17	27,30	28,80
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	12,68	18,95	20,45	21,95	24,21	29,25	32,11	40,73	48,02	50,85	52,26	50,00	58,00	65,52	69,12
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	380,42	568,36	613,47	658,58	726,24	877,42	963,45	1.221,93	1.440,65	1.525,39	1.567,76	1.499,97	1.740,10	1.965,60	2.073,60
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	5,28	7,89	8,52	9,15	10,09	12,19	13,38	16,97	20,01	21,19	21,77	20,83	24,17	27,30	28,80
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	5,28	7,89	8,52	9,15	10,09	12,19	13,38	16,97	20,01	21,19	21,77	20,83	24,17	27,30	28,80
LAJE pré-fabricada 1 e=20cm																
INDÚSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	570,60	665,70	760,80	855,90	951,00	1.046,10	1.141,20	1.236,30	1.331,40	1.426,50	1.521,60	1.616,70	1.711,80	1.806,90	1.902,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	356,40	415,80	475,20	534,60	594,00	653,40	712,80	772,20	831,60	891,00	960,40	1.009,80	1.069,20	1.128,60	1.188,00
CONCRETO 35 Mpa																

Concreto para bombeamento fok = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	40,80	47,60	54,40	61,20	68,00	74,80	81,60	88,40	95,20	102,00	108,80	115,60	122,40	129,20	136,00
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de laje pré-moldada de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	816,00	918,00	1.020,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00
Lançamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
DEFENSA																
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m															
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fok = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM																
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA																
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL)/ MANUTENÇÃO																
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusiva carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusiva carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelão e corte oxiacetileno	m³	20,44	26,21	29,90	33,73	38,30	46,35	51,97	59,26	69,72	75,77	80,74	85,68	97,44	106,84	114,92
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.532,70	1.965,43	2.242,85	2.529,49	2.872,47	3.476,16	3.897,90	4.444,16	5.229,35	5.682,60	6.055,49	6.425,90	7.308,09	8.013,05	8.618,78

P11 PT 4V - Ponte em concreto protendido com 4 longarinas																
P11 PT 4V	Área (m²):	40,80	47,60	54,4	61,2	68,00	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,80	6,80	6,8	6,8	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,00	7,00	8,0	9,0	10,00	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço		Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute fgk=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 L. Af_02/2015	m³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm³	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
INDUSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greijas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	48,48	62,16	77,44	94,32	112,80	121,44	142,08	159,12	171,36	188,40	207,36	209,44	228,96	238,64	267,20
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	853,88	1.107,00	1.595,44	1.946,24	2.296,12	2.793,60	3.523,96	3.999,00	4.418,20	4.930,68	5.384,04	5.960,40	6.593,96	7.755,20	8.517,12
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	4,96	5,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CABOS, BAINHAS E ANCORAGENS																
Cordoalha CP 190 RB D = 12,7 mm - fornecimento, preparo e colocação	kg	157,60	205,20	231,20	288,80	352,80	460,40	499,60	672,00	816,80	944,80	1.080,00	1.376,40	1.573,20	2.170,80	2.006,80
Bainha metálica diâmetro 55 mm para 8 cordoalhas D = 12,7 mm, semi-rígida, redonda, com montagem e injeção de nata de cimento	m	24,00	28,00	32,00	36,00	40,00	44,00	48,00	52,00	56,00	60,00	64,00	68,00	72,00	76,00	80,00
Ancoragem ativa para 8 cordoalhas D = 12,7 mm com placa de ancoragem, bloco, cunhas tripartidas, trombeta e protensão	unid	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Ancoragem passiva aderente para 8 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	unid	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	8,00	8,00	8,00
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	5,80	7,31	8,96	10,78	12,76	18,34	21,15	23,54	28,00	32,67	35,80	40,30	43,89	52,59	58,52
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	5,80	7,31	8,96	10,78	12,76	18,34	21,15	23,54	28,00	32,67	35,80	40,30	43,89	52,59	58,52
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	5,80	7,31	8,96	10,78	12,76	18,34	21,15	23,54	28,00	32,67	35,80	40,30	43,89	52,59	58,52
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	14,50	18,28	22,39	26,95	31,89	45,86	52,88	58,85	69,99	81,68	89,49	100,74	109,73	131,48	146,29
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	435,00	548,40	671,70	808,50	956,70	1.375,80	1.586,40	1.765,50	2.099,70	2.450,40	2.684,70	3.022,20	3.291,90	3.944,40	4.388,70
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
TRANSVERSINAS (In Loco)																
FORMAS																
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	28,89	41,90	45,55	49,20	52,85	51,74	55,37	69,99	69,99	71,32	73,48	70,03	72,19	82,38	87,26
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	25,08	35,37	39,54	42,71	45,88	44,91	48,07	60,76	60,76	61,92	63,79	60,79	62,67	71,51	75,75
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.253,26	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04	2.750,04
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	37,60	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	82,50	82,50
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	4,81	6,82	7,43	8,05	8,66	10,71	11,49	14,39	14,39	16,17	16,69	15,86	16,38	21,85	23,25
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	11,54	16,36	17,84	19,31	20,79	25,71	27,57	34,54	34,54	38,81	40,05	38,07	39,30	52,45	55,79
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	346,15	490,91	535,13	579,36	623,59	771,28	827,17	1.036,05	1.036,05	1.164,31	1.201,39	1.142,06	1.179,14	1.573,52	1.673,74
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	4,81	6,82	7,43	8,05	8,66	10,71	11,49	14,39	14,39	16,17	16,69	15,86	16,38	21,85	23,25
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	4,81	6,82	7,43	8,05	8,66	10,71	11,49	14,39	14,39	16,17	16,69	15,86	16,38	21,85	23,25
LAJE pré-fabricada 1 e=20cm																
INDUSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	484,80	565,60	646,40	727,20	808,00	888,80	969,60	1.050,40	1.131,20	1.212,00	1.292,80	1.373,60	1.454,40	1.535,20	1.616,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	351,00	409,50	468,00	526,50	585,00	643,50	702,00	760,50	819,00	877,50	936,00	994,50	1.053,00	1.111,50	1.170,00

CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confeção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Langamento mecânico de concreto com bomba rebocavel com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greijas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	40,80	47,60	54,40	61,20	68,00	74,80	81,60	88,40	95,20	102,00	108,80	115,60	122,40	129,20	136,00
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de laje pré-moldada de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	816,00	918,00	1.020,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00
Langamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
DEFENSA																
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m															
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confeção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Langamento mecânico de concreto com bomba rebocavel com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greijas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM																
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA																
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL) MANUTENÇÃO																
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perturbador, espessura até 15 cm, exclusiva carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perturbador, espessura até 15 cm, exclusiva carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiacetileno	m³	21,07	26,33	30,34	34,52	38,85	48,23	53,56	60,59	66,79	74,99	80,38	85,80	91,65	107,57	116,63
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.580,10	1.975,05	2.275,17	2.588,80	2.913,82	3.617,52	4.017,10	4.544,54	5.009,49	5.624,55	6.028,23	6.434,69	6.873,77	8.067,83	8.747,28

P12 PT 5V - Ponte em concreto protendido com 5 longarinas																
P12 PT 5V	Área (m²):	40,80	47,60	54,4	61,2	68,00	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,80	6,80	6,8	6,8	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,00	7,00	8,0	9,0	10,00	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço		Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute f _{yk} =30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 L Af_02/2015	m³	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm³	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
INDUSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS																
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	54,72	70,70	88,80	108,90	131,00	137,50	156,00	179,40	189,00	210,00	243,20	246,50	268,20	294,50	308,00
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.297,15	1.654,40	1.939,45	2.187,20	2.710,00	3.340,90	4.065,85	4.492,40	5.095,45	5.543,40	5.609,25	6.696,00	7.125,60	8.215,25	9.683,20
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	5,50	6,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CABOS, BAINHAS E ANCORAGENS																
Cordoalha CP 190 RB D = 12,7 mm - fornecimento, preparo e colocação	kg	168,00	223,50	252,50	320,00	440,50	527,00	623,00	795,00	1.019,50	1.178,00	1.354,00	1.719,00	1.965,50	2.262,00	2.611,00
Bainha metálica diâmetro 55 mm para 8 cordoalhas D = 12,7 mm, semi-rígida, redonda, com montagem e injeção de nata de cimento	m	30,00	35,00	40,00	45,00	50,00	55,00	60,00	65,00	70,00	75,00	80,00	85,00	90,00	95,00	100,00
Ancoragem ativa para 8 cordoalhas D = 12,7 mm com placa de ancoragem, bloco, cunhas tripartidas, trombeta e protensão	unid	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Ancoragem passiva aderente para 8 cordoalhas D = 12,7 mm - fornecimento e instalação	unid	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento f _{ck} = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	6,62	8,41	10,41	12,61	14,97	19,38	21,68	27,06	31,90	35,30	42,49	47,17	51,86	63,08	66,64
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	6,62	8,41	10,41	12,61	14,97	19,38	21,68	27,06	31,90	35,30	42,49	47,17	51,86	63,08	66,64
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	6,62	8,41	10,41	12,61	14,97	19,38	21,68	27,06	31,90	35,30	42,49	47,17	51,86	63,08	66,64
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	16,55	21,01	26,01	31,51	37,41	48,44	54,20	67,64	79,75	88,24	106,21	117,93	129,64	157,70	166,60
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	496,50	630,38	780,38	945,38	1.122,38	1.453,13	1.626,00	2.029,13	2.392,50	2.647,13	3.186,38	3.537,75	3.889,13	4.731,00	4.998,00
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
TRANSVERSINAS (In Loco)																
FORMAS																
Formas de tabuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	26,08	37,42	41,00	44,58	48,16	46,01	47,64	60,56	59,31	61,40	65,62	62,74	64,39	76,23	75,77
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	22,64	32,48	35,59	38,70	41,81	39,94	41,36	52,58	51,49	53,30	56,97	54,47	55,90	66,18	65,78
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.253,26	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	37,60	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	82,50	82,50
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento f _{ck} = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	4,34	6,08	6,68	7,28	7,89	7,53	8,84	12,42	12,15	12,60	14,90	14,21	14,60	18,76	18,63
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	10,42	14,59	16,04	17,48	18,93	18,06	21,22	29,81	29,16	30,24	35,75	34,10	35,04	45,01	44,72
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	312,56	437,77	481,12	524,46	567,81	541,80	636,48	894,24	874,80	907,20	1.072,51	1.023,12	1.051,34	1.350,36	1.341,65
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	4,34	6,08	6,68	7,28	7,89	7,53	8,84	12,42	12,15	12,60	14,90	14,21	14,60	18,76	18,63
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	4,34	6,08	6,68	7,28	7,89	7,53	8,84	12,42	12,15	12,60	14,90	14,21	14,60	18,76	18,63
LAJE pré-fabricada 1 e=20cm																
INDUSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	407,40	475,30	543,20	611,10	679,00	746,90	814,80	882,70	950,60	1.018,50	1.086,40	1.154,30	1.222,20	1.290,10	1.358,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	333,00	388,50	444,00	499,50	555,00	610,50	666,00	721,50	777,00	832,50	888,00	943,50	999,00	1.054,50	1.110,00

CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	40,80	47,60	54,40	61,20	68,00	74,80	81,60	88,40	95,20	102,00	108,80	115,60	122,40	129,20	136,00
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de laje pré-moldada de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	816,00	918,00	1.020,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00
Lançamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
DEFENSA																
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m															
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM																
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA																
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL)/ MANUTENÇÃO																
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiacetileno	m³	21,42	26,69	31,03	35,58	40,29	46,08	51,44	62,14	68,46	74,05	85,28	91,02	97,84	114,96	120,14
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.606,61	2.001,68	2.327,58	2.668,49	3.021,39	3.455,81	3.858,06	4.660,44	5.134,32	5.553,45	6.395,66	6.826,34	7.337,87	8.621,97	9.010,65

P13 PMA 3V - Ponte em concreto protendido com 3 longarinas																
P13 PMA 3V	Área (m²):	40,80	47,60	54,4	61,2	68,00	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,80	6,80	6,8	6,8	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,00	7,00	8,0	9,0	10,00	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço		Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE I: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute fck=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 L Af_ 02/2015	m³	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm²	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68	19,68
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
INDUSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS																
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	47,99	60,19	73,58	88,18	103,98	127,58	146,38	166,37	187,57	209,97	233,57	258,37	284,36	311,56	339,96
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.346,10	1.691,70	2.111,70	2.435,10	2.839,20	2.957,70	3.458,40	3.927,90	4.414,80	4.836,30	5.207,10	6.149,10	6.495,60	7.437,30	7.887,60
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	5,78	7,38	9,15	11,10	13,24	16,54	19,13	21,89	24,83	27,96	31,26	34,74	38,41	42,25	46,28
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	5,78	7,38	9,15	11,10	13,24	16,54	19,13	21,89	24,83	27,96	31,26	34,74	38,41	42,25	46,28
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	5,78	7,38	9,15	11,10	13,24	16,54	19,13	21,89	24,83	27,96	31,26	34,74	38,41	42,25	46,28
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	14,46	18,44	22,88	27,76	33,09	41,35	47,81	54,72	62,08	69,89	78,15	86,86	96,02	105,63	115,69
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	433,69	553,22	686,25	832,78	992,81	1.240,59	1.434,38	1.641,66	1.862,44	2.096,72	2.344,50	2.605,78	2.880,56	3.168,84	3.470,63
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
TRANSVERSINAS (In Loco)																
FORMAS																
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	25,56	41,97	45,99	50,01	54,03	62,07	66,09	91,94	97,14	102,34	107,54	112,74	117,94	152,05	158,43
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	22,19	36,44	39,93	43,42	46,91	53,89	57,38	79,82	84,33	88,85	93,36	97,87	102,39	132,00	137,54
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.253,28	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	37,60	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	82,50	82,50
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	3,67	5,85	6,44	7,02	7,61	8,78	9,36	12,95	13,72	14,48	15,24	16,00	16,76	21,60	22,54
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	8,81	14,04	15,44	16,85	18,25	21,06	22,46	31,09	32,92	34,75	36,58	38,40	40,23	51,83	54,09
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	264,38	421,20	463,32	505,44	547,56	631,80	673,92	932,69	987,55	1.042,42	1.097,28	1.152,14	1.207,01	1.554,98	1.622,59
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	3,67	5,85	6,44	7,02	7,61	8,78	9,36	12,95	13,72	14,48	15,24	16,00	16,76	21,60	22,54
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	3,67	5,85	6,44	7,02	7,61	8,78	9,36	12,95	13,72	14,48	15,24	16,00	16,76	21,60	22,54
LAJE pré-fabricada 1 e=20cm																
INDUSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	570,60	665,70	760,80	855,90	951,00	1.046,10	1.141,20	1.236,30	1.331,40	1.426,50	1.521,60	1.616,70	1.711,80	1.806,90	1.902,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	356,40	415,80	475,20	534,60	594,00	653,40	712,80	772,20	831,60	891,00	950,40	1.009,80	1.069,20	1.128,60	1.188,00
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	19,58	22,85	26,11	29,38	32,64	35,90	39,17	42,43	45,70	48,96	52,22	55,49	58,75	62,02	65,28
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	587,52	685,44	783,36	881,28	979,20	1.077,12	1.175,04	1.272,96	1.370,88	1.468,80	1.566,72	1.664,64	1.762,56	1.860,48	1.958,40

Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m²	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m²	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greihas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	40,80	47,60	54,40	61,20	68,00	74,80	81,60	88,40	95,20	102,00	108,80	115,60	122,40	129,20	136,00
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de lajes pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	816,00	918,00	1.020,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00
Lançamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
DEFENSA																
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m															
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m²	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m²	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greihas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM																
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA																
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL)/ MANUTENÇÃO																
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiacetileno	m³	19,91	25,43	29,53	33,81	38,28	44,49	49,41	57,51	62,96	68,59	74,39	80,38	86,55	96,97	103,68
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.493,62	1.907,25	2.214,92	2.536,08	2.870,74	3.337,02	3.705,44	4.313,02	4.721,71	5.143,89	5.579,58	6.028,77	6.491,45	7.272,96	7.775,93

P14 PMA 4V - Ponte em concreto protendido com 4 longarinas																
P14 PMA 4V	Área (m ²):	40,80	47,60	54,4	61,2	68,00	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,80	6,80	6,8	6,8	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,00	7,00	8,0	9,0	10,00	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço		Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute fck=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 L Af_02/2015	m³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm³	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
INDUSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	59,18	74,65	91,71	113,98	134,64	156,90	180,77	206,23	233,30	261,96	292,22	324,09	357,55	385,02	421,28
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.495,20	1.979,20	2.266,80	2.398,80	3.018,80	3.340,40	3.836,40	4.214,80	4.513,60	5.200,80	5.628,40	6.040,40	6.806,00	7.224,00	7.687,20
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	6,99	9,00	11,24	14,25	17,05	20,10	23,34	26,83	30,59	34,60	38,80	43,29	47,97	51,78	56,90
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	6,99	9,00	11,24	14,25	17,05	20,10	23,34	26,83	30,59	34,60	38,80	43,29	47,97	51,78	56,90
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	6,99	9,00	11,24	14,25	17,05	20,10	23,34	26,83	30,59	34,60	38,80	43,29	47,97	51,78	56,90
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	17,48	22,49	28,10	35,61	42,63	50,24	58,35	67,06	76,48	86,49	97,00	108,21	119,93	129,44	142,25
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	524,25	674,63	843,00	1.068,38	1.278,75	1.607,13	1.750,50	2.011,88	2.294,25	2.594,63	2.910,00	3.246,38	3.597,75	3.883,13	4.267,50
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
TRANSVERSINAS (In Loco)																
FORMAS																
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	22,72	37,32	41,28	47,22	51,18	55,14	59,10	82,10	87,18	92,26	97,34	102,42	107,50	135,24	141,44
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	19,72	32,40	35,84	40,99	44,43	47,87	51,31	71,27	75,69	80,10	84,51	88,92	93,33	117,41	122,79
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.253,26	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04	2.750,04
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	37,60	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	82,50	82,50
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	3,26	5,18	5,76	6,62	7,20	7,78	8,35	11,53	12,28	13,02	13,76	14,51	15,25	19,15	20,06
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	7,83	12,44	13,82	15,90	17,28	18,66	20,04	27,68	29,46	31,25	33,03	34,82	36,60	45,96	48,15
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	235,01	373,25	414,72	476,93	518,40	559,87	601,34	830,30	883,87	937,44	991,01	1.044,58	1.098,14	1.378,94	1.444,51
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	3,26	5,18	5,76	6,62	7,20	7,78	8,35	11,53	12,28	13,02	13,76	14,51	15,25	19,15	20,06
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	3,26	5,18	5,76	6,62	7,20	7,78	8,35	11,53	12,28	13,02	13,76	14,51	15,25	19,15	20,06
LAJE pré-fabricada 1 e=20cm																
INDUSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	484,80	565,60	646,40	727,20	808,00	888,80	969,60	1.050,40	1.131,20	1.212,00	1.292,80	1.373,60	1.454,40	1.535,20	1.616,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	351,00	409,50	468,00	526,50	585,00	643,50	702,00	760,50	819,00	877,50	936,00	994,50	1.053,00	1.111,50	1.170,00
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	19,58	22,85	26,11	29,38	32,64	35,90	39,17	42,43	45,70	48,96	52,22	55,49	58,75	62,02	65,28
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	587,52	685,44	783,36	881,28	979,20	1.077,12	1.175,04	1.272,96	1.370,88	1.468,80	1.566,72	1.664,64	1.762,56	1.860,48	1.958,40
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20

Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m²	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	40,80	47,60	54,40	61,20	68,00	74,80	81,60	88,40	95,20	102,00	108,80	115,60	122,40	129,20	136,00
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de lajes pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	816,00	918,00	1.020,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00
Lançamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
DEFENSA																
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m															
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m²	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM																
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA																
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL) MANUTENÇÃO																
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiacetileno	m³	20,71	26,38	30,95	36,56	41,68	47,05	52,61	58,02	63,27	68,77	73,77	80,46	87,43	94,60	101,83
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.553,58	1.978,71	2.321,04	2.741,97	3.126,30	3.528,63	3.945,96	4.376,59	4.815,52	5.245,52	5.532,45	6.034,38	6.557,31	7.095,24	7.803,87

P15 PMA 5V - Ponte em concreto protendido com 5 longarinas																
P15 PMA 5V	Área (m²):	40,80	47,60	54,4	61,2	68,00	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,80	6,80	6,8	6,8	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,00	7,00	8,0	9,0	10,00	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço	Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Gravite fck=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita D/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_02/2015	m³	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm²	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
INDUSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greijas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	73,98	93,31	114,64	137,97	163,30	190,63	219,96	251,29	284,62	312,45	349,28	388,11	428,94	471,77	496,60
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.507,50	1.996,50	2.244,50	2.572,00	3.175,00	3.493,00	3.947,50	4.568,00	4.996,50	5.781,00	6.291,50	6.717,50	7.181,00	7.657,50	8.575,50
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,74	11,24	14,05	17,16	20,56	24,27	28,28	32,58	37,19	40,94	46,10	51,51	57,26	63,27	66,63
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,74	11,24	14,05	17,16	20,56	24,27	28,28	32,58	37,19	40,94	46,10	51,51	57,26	63,27	66,63
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	8,74	11,24	14,05	17,16	20,56	24,27	28,28	32,58	37,19	40,94	46,10	51,51	57,26	63,27	66,63
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	21,84	28,11	35,13	42,89	51,41	60,67	70,69	81,45	92,97	102,36	115,25	128,77	143,16	158,17	166,56
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	655,31	843,28	1.053,75	1.286,72	1.542,19	1.820,16	2.120,63	2.443,59	2.789,06	3.070,78	3.457,50	3.862,97	4.294,69	4.745,16	4.996,88
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
TRANSVERSINAS (In Loco)																
FORMAS																
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	22,72	36,69	40,59	44,49	48,39	52,29	56,19	77,58	82,54	85,02	89,98	94,94	99,90	128,18	128,18
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	19,72	31,85	35,24	38,62	42,01	45,40	48,78	67,35	71,66	73,81	76,12	82,42	86,73	111,28	111,28
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.253,26	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04	2.750,04
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	37,60	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	82,50	82,50
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	3,26	5,10	5,67	6,24	6,80	7,37	7,94	10,89	11,62	11,98	12,71	13,43	14,16	18,14	18,14
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	7,83	12,25	13,61	14,97	16,33	17,69	19,05	26,14	27,88	28,75	30,49	32,23	33,98	43,54	43,54
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	235,01	367,42	408,24	449,06	489,89	530,71	571,54	784,08	836,35	862,49	914,76	967,03	1.019,30	1.306,26	1.306,26
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	3,26	5,10	5,67	6,24	6,80	7,37	7,94	10,89	11,62	11,98	12,71	13,43	14,16	18,14	18,14
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	3,26	5,10	5,67	6,24	6,80	7,37	7,94	10,89	11,62	11,98	12,71	13,43	14,16	18,14	18,14
LAJE pré-fabricada 1 e=20cm																
INDUSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	407,40	475,30	543,20	611,10	679,00	746,90	814,80	882,70	950,60	1.018,50	1.086,40	1.154,30	1.222,20	1.290,10	1.358,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	333,00	386,50	444,00	499,50	555,00	610,50	666,00	721,50	777,00	832,50	888,00	943,50	999,00	1.054,50	1.110,00
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	19,58	22,85	26,11	29,38	32,64	35,90	39,17	42,43	45,70	48,96	52,22	55,49	58,75	62,02	65,28
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	587,52	685,44	783,36	881,28	979,20	1.077,12	1.175,04	1.272,96	1.370,88	1.468,80	1.566,72	1.664,64	1.762,56	1.860,48	1.958,40
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20

FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	40,80	47,60	54,40	61,20	68,00	74,80	81,60	88,40	95,20	102,00	108,80	115,60	122,40	129,20	136,00
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de lajes pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	816,00	918,00	1.020,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00
Lançamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
DEFENSA																
Barreira simples de concreto, amada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m															
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fok = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72
PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA																
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM																
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA																
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISITORIA (INSPEÇÃO VISUAL)/ MANUTENÇÃO																
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiaetileno	m³	22,46	26,55	33,67	39,08	44,80	50,82	57,13	66,14	73,21	79,07	86,70	94,58	102,80	114,54	119,64
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.684,64	2.141,29	2.525,04	2.931,29	3.360,04	3.811,29	4.285,04	4.960,16	5.490,83	5.930,53	6.502,46	7.093,13	7.710,05	8.590,19	8.972,66

P16 PMA 6V - Ponte em concreto protendido com 6 longarinas																
P16 PMA 6V	Área (m²):	40,80	47,60	54,4	61,2	68,00	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,80	6,80	6,8	6,8	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,00	7,00	8,0	9,0	10,00	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço		Unid	Qlde	Qlde	Qlde	Qlde	Qlde	Qlde	Qlde	Qlde	Qlde	Qlde	Qlde	Qlde	Qlde	Qlde
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute f _{yk} =30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_02/2015	m³	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm²	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
INDUSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greijas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	88,78	103,57	127,97	154,76	183,96	215,56	235,15	270,35	307,94	347,94	390,34	424,93	471,53	509,12	559,92
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.464,60	2.070,00	2.327,40	2.994,60	3.389,40	3.733,20	4.515,60	4.867,20	5.429,40	5.767,80	6.760,60	7.191,60	7.822,80	8.913,00	9.499,80
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento f _{ck} = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	10,49	12,23	15,42	18,97	22,88	27,14	29,61	34,42	39,59	45,11	51,00	55,69	62,24	67,40	74,55
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	10,49	12,23	15,42	18,97	22,88	27,14	29,61	34,42	39,59	45,11	51,00	55,69	62,24	67,40	74,55
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	10,49	12,23	15,42	18,97	22,88	27,14	29,61	34,42	39,59	45,11	51,00	55,69	62,24	67,40	74,55
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	26,21	30,58	38,55	47,42	57,19	67,86	74,03	86,04	98,96	112,78	127,50	139,22	155,59	168,51	186,38
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	786,38	917,44	1.156,50	1.422,56	1.715,63	2.035,69	2.220,75	2.581,31	2.968,88	3.383,44	3.825,00	4.176,56	4.667,63	5.055,19	5.591,25
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
TRANSVERSINAS (In Loco)																
FORMAS																
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	22,72	32,22	36,06	39,90	43,74	47,58	47,58	65,92	70,76	75,60	80,44	82,86	87,70	109,62	115,46
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	19,72	27,97	31,31	34,64	37,97	41,31	41,31	57,23	61,43	65,63	69,83	71,93	76,14	95,17	100,24
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.253,26	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04	2.750,04
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	37,60	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	82,50	82,50
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento f _{ck} = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	3,26	4,46	5,02	5,58	6,14	6,70	6,70	9,20	9,91	10,62	11,33	11,68	12,39	15,44	16,30
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	7,83	10,71	12,05	13,39	14,73	16,07	16,07	22,09	23,79	25,49	27,19	28,04	29,74	37,07	39,12
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	235,01	321,41	361,58	401,76	441,94	482,11	482,11	662,69	713,66	764,64	815,62	841,10	892,08	1.111,97	1.173,74
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	3,26	4,46	5,02	5,58	6,14	6,70	6,70	9,20	9,91	10,62	11,33	11,68	12,39	15,44	16,30
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	3,26	4,46	5,02	5,58	6,14	6,70	6,70	9,20	9,91	10,62	11,33	11,68	12,39	15,44	16,30
LAJE pré-fabricada 1 e=20cm																
INDUSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	407,40	475,30	543,20	611,10	679,00	746,90	814,80	882,70	950,60	1.018,50	1.086,40	1.154,30	1.222,20	1.290,10	1.358,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	333,00	388,50	444,00	499,50	555,00	610,50	666,00	721,50	777,00	832,50	888,00	943,50	999,00	1.054,50	1.110,00
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento f _{ck} = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	19,58	22,85	26,11	29,38	32,64	35,90	39,17	42,43	45,70	48,96	52,22	55,49	58,75	62,02	65,28
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	587,52	685,44	783,36	881,28	979,20	1.077,12	1.175,04	1.272,96	1.370,88	1.468,80	1.566,72	1.664,64	1.762,56	1.860,48	1.958,40
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20

Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m²	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greihas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	40,80	47,60	54,40	61,20	68,00	74,80	81,60	88,40	95,20	102,00	108,80	115,60	122,40	129,20	136,00
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de lajes pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	816,00	918,00	1.020,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00
Lançamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
DEFENSA																
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m															
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m²	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greihas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM																
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA																
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL)/ MANUTENÇÃO																
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiacetileno	m³	24,21	28,90	34,39	40,24	46,45	53,02	57,23	66,29	73,90	81,88	90,22	97,01	106,01	115,97	125,72
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.815,71	2.167,52	2.579,19	3.017,86	3.483,53	3.976,19	4.292,01	4.971,43	5.542,85	6.141,26	6.766,68	7.275,55	7.950,47	8.697,83	9.429,00

P17 PMB 4V - Ponte em concreto protendido com 4 longarinas																
P17 PMB 4V	Área (m²):	40,80	47,60	54,4	61,2	68,00	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,80	6,80	6,8	6,8	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,00	7,00	8,0	9,0	10,00	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço	Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute fck=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 L Af_02/2015	m³	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm²	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
INDUSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greihas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	88,78	103,57	127,97	154,76	183,96	215,56	235,15	270,35	307,94	347,94	390,34	424,93	471,53	509,12	559,92
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.464,60	2.070,00	2.327,40	2.994,60	3.389,40	3.733,20	4.515,60	4.867,20	5.429,40	5.767,80	6.780,60	7.191,60	7.822,80	8.913,00	9.499,80
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	10,49	12,23	15,42	18,97	22,88	27,14	29,61	34,42	39,59	45,11	51,00	55,69	62,24	67,40	74,55
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	10,49	12,23	15,42	18,97	22,88	27,14	29,61	34,42	39,59	45,11	51,00	55,69	62,24	67,40	74,55
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	10,49	12,23	15,42	18,97	22,88	27,14	29,61	34,42	39,59	45,11	51,00	55,69	62,24	67,40	74,55
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	26,21	30,58	39,55	47,42	57,19	67,86	74,03	86,04	98,96	112,78	127,50	139,22	155,59	168,51	186,38
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	786,38	917,44	1.156,50	1.422,56	1.715,63	2.035,69	2.220,75	2.581,31	2.968,88	3.383,44	3.825,00	4.176,56	4.667,63	5.055,19	5.591,25
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
TRANSVERSINAS (In Loco)																
FORMAS																
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	22,72	32,22	36,06	39,90	43,74	47,58	47,58	65,92	70,76	75,60	80,44	82,86	87,70	109,62	115,46
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	19,72	27,97	31,31	34,64	37,97	41,31	41,31	57,23	61,43	65,63	69,83	71,93	76,14	95,17	100,24
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.253,26	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04	2.750,04
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	37,60	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	82,50	82,50
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	3,26	4,46	5,02	5,58	6,14	6,70	6,70	9,20	9,91	10,62	11,33	11,68	12,39	15,44	16,30
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	7,83	10,71	12,05	13,39	14,73	16,07	16,07	22,09	23,79	25,49	27,19	28,04	29,74	37,07	39,12
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	235,01	321,41	361,58	401,76	441,94	482,11	482,11	662,69	713,66	764,64	815,62	841,10	892,08	1.111,97	1.173,74
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	3,26	4,46	5,02	5,58	6,14	6,70	6,70	9,20	9,91	10,62	11,33	11,68	12,39	15,44	16,30
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	3,26	4,46	5,02	5,58	6,14	6,70	6,70	9,20	9,91	10,62	11,33	11,68	12,39	15,44	16,30
LAJE PRE-FABRICADA 3																
INDUSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	407,40	475,30	543,20	611,10	679,00	746,90	814,80	882,70	950,60	1.018,50	1.086,40	1.154,30	1.222,20	1.290,10	1.358,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	333,00	388,50	444,00	499,50	555,00	610,50	666,00	721,50	777,00	832,50	888,00	943,50	999,00	1.054,50	1.110,00
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	19,58	22,85	26,11	29,38	32,64	35,90	39,17	42,43	45,70	48,96	52,22	55,49	58,75	62,02	65,28
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	587,52	685,44	783,36	881,28	979,20	1.077,12	1.175,04	1.272,96	1.370,88	1.468,80	1.566,72	1.664,64	1.762,56	1.860,48	1.958,40
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20

Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m²	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	40,80	47,60	54,40	61,20	68,00	74,80	81,60	88,40	95,20	102,00	108,80	115,60	122,40	129,20	136,00
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de lajes pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	816,00	918,00	1.020,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00
Lançamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
DEFENSA																
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m															
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m²	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM																
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA																
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL)/ MANUTENÇÃO																
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiacetileno	m³	24,21	28,90	34,39	40,24	46,45	53,02	57,23	66,29	73,90	81,88	90,22	97,01	106,01	115,97	125,72
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.815,71	2.167,52	2.579,19	3.017,86	3.483,53	3.976,19	4.292,01	4.971,43	5.542,85	6.141,26	6.766,68	7.275,55	7.950,47	8.697,83	9.429,00

P18 PMB 5V - Ponte em concreto protendido com 5 longarinas																
P18 PMB 5V	Área (m²):	40,80	47,60	54,4	61,2	68,00	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,80	6,80	6,8	6,8	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,00	7,00	8,0	9,0	10,00	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço		Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE I: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Gravite fck=30 mpa; traço 1,0;8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ ativo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_02/2015	m³	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm²	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
INDÚSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	92,10	107,45	130,80	156,15	173,50	201,85	232,20	264,55	298,90	327,75	357,60	405,45	438,30	481,65	527,00
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.591,00	2.431,00	2.681,50	2.968,00	4.026,50	4.424,50	4.821,00	5.180,50	5.601,50	6.603,00	7.535,50	7.591,00	8.513,00	9.232,00	9.831,50
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	13,15	15,34	19,14	23,33	25,92	30,71	35,90	41,50	47,49	52,38	57,47	66,16	71,86	79,65	87,84
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	13,15	15,34	19,14	23,33	25,92	30,71	35,90	41,50	47,49	52,38	57,47	66,16	71,86	79,65	87,84
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	13,15	15,34	19,14	23,33	25,92	30,71	35,90	41,50	47,49	52,38	57,47	66,16	71,86	79,65	87,84
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	32,88	38,36	47,84	58,32	64,80	76,78	89,76	103,74	118,72	130,95	143,68	165,41	179,64	199,12	219,60
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	906,40	1.150,80	1.435,20	1.749,60	1.944,00	2.303,40	2.692,80	3.112,20	3.561,60	3.928,50	4.310,40	4.962,30	5.389,20	5.973,60	6.588,00
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
TRANSVERSINAS (In Loco)																
FORMAS																
Formas de tabuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	23,04	32,64	36,48	40,32	40,32	44,16	48,00	66,24	71,04	73,44	75,84	83,04	85,44	109,44	115,20
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	20,00	28,34	31,67	35,00	35,00	38,34	41,67	57,51	61,67	63,76	65,84	72,09	74,17	95,01	100,01
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.253,26	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04	2.750,04
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	37,60	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	82,50	82,50
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	4,35	5,89	6,62	7,36	7,36	8,10	8,83	12,06	12,99	13,46	13,92	15,31	15,78	20,16	21,28
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	10,44	14,13	15,90	17,66	17,66	19,43	21,20	28,95	31,18	32,29	33,41	36,75	37,86	48,38	51,07
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	313,34	423,94	476,93	529,92	529,92	582,91	635,90	868,61	935,42	968,83	1.002,24	1.102,46	1.135,87	1.451,52	1.532,16
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	4,35	5,89	6,62	7,36	7,36	8,10	8,83	12,06	12,99	13,46	13,92	15,31	15,78	20,16	21,28
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	4,35	5,89	6,62	7,36	7,36	8,10	8,83	12,06	12,99	13,46	13,92	15,31	15,78	20,16	21,28
LAJE PRE-FABRICADA 3																
INDÚSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	407,40	475,30	543,20	611,10	679,00	746,90	814,80	882,70	950,60	1.018,50	1.086,40	1.154,30	1.222,20	1.290,10	1.358,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	333,00	388,50	444,00	499,50	555,00	610,50	666,00	721,50	777,00	832,50	888,00	943,50	999,00	1.054,50	1.110,00
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	19,58	22,85	26,11	29,38	32,64	35,90	39,17	42,43	45,70	48,96	52,22	55,49	58,75	62,02	65,28
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	587,52	685,44	783,36	881,28	979,20	1.077,12	1.175,04	1.272,96	1.370,88	1.468,80	1.566,72	1.664,64	1.762,56	1.860,48	1.958,40
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20

Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m²	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20	
FORMAS																	
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greihas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	40,80	95,20	108,80	122,40	136,00	149,60	163,20	176,80	190,40	204,00	217,60	231,20	244,80	258,40	272,00	
MONTAGEM																	
Carga, descarga e manobra de lajes pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00	
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	816,00	918,00	1.020,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00	
Laçamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00	
DEFENSA																	
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m																
ARMADURA																	
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64	
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77	
CONCRETO 35 Mpa																	
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67	
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40	
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10	
Laçamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67	
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m²	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67	
FORMAS																	
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greihas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05	
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72	
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																	
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00	
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80	
DRENAGEM																	
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00	
PINTURA																	
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40	
FASE 2: USO																	
VISITÓRIA (INSPEÇÃO VISUAL)/ MANUTENÇÃO																	
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00	
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00	
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																	
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusiva carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00	
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00	
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00	
FASE 3: FIM DE VIDA																	
DEMOLIÇÃO																	
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusiva carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80	
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxacetileno	m³	27,96	33,44	39,71	46,38	50,71	57,99	65,66	76,22	84,89	91,99	99,29	111,11	119,01	132,93	143,99	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	2.097,33	2.507,69	2.978,04	3.478,40	3.803,55	4.348,91	4.924,26	5.716,82	6.366,57	6.899,03	7.446,48	8.333,54	8.925,99	9.969,95	10.799,10	

P19 PMB 6V - Ponte em concreto protendido com 6 longarinas																
P19 PMB 6V	Área (m²):	40,80	47,60	54,4	61,2	68,00	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,80	6,80	6,8	6,8	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,00	7,00	8,0	9,0	10,00	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço		Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Gravite fgk=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 L. Af_ 02/2015	m³	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm³	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
INDUSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS																
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	110,52	128,94	147,36	176,58	208,20	236,62	264,24	301,86	341,88	375,30	419,52	466,14	515,16	566,58	620,40
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.661,40	2.164,80	3.073,20	3.407,40	3.824,40	4.273,20	5.049,60	5.481,60	6.076,80	6.994,80	7.609,20	8.308,20	8.983,20	9.765,60	11.009,40
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fgk = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	15,78	18,41	21,04	25,83	31,10	35,53	40,20	46,68	53,63	59,26	67,05	75,32	84,07	93,30	103,01
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	15,78	18,41	21,04	25,83	31,10	35,53	40,20	46,68	53,63	59,26	67,05	75,32	84,07	93,30	103,01
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	15,78	18,41	21,04	25,83	31,10	35,53	40,20	46,68	53,63	59,26	67,05	75,32	84,07	93,30	103,01
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	39,46	46,03	52,61	64,58	77,76	88,84	100,51	116,69	134,06	148,14	167,62	188,29	210,17	233,24	257,52
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	1.183,68	1.380,96	1.578,24	1.937,52	2.332,80	2.665,08	3.015,36	3.500,64	4.021,92	4.444,20	5.028,48	5.648,76	6.305,04	6.997,32	7.725,60
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
TRANSVERSINAS (In Loco)																
FORMAS																
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	23,04	31,82	31,82	35,58	39,34	41,22	43,09	59,14	63,78	66,10	70,73	75,37	80,01	101,76	107,28
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	20,00	27,62	27,62	30,89	34,15	35,78	37,41	51,35	55,37	57,38	61,41	65,43	69,46	88,35	93,13
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.253,26	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04	2.750,04
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	37,60	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	82,50	82,50
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fgk = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	4,35	5,76	5,76	6,48	7,20	7,56	7,92	10,74	11,64	12,09	12,98	13,88	14,77	18,74	19,81
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	10,44	13,82	13,82	15,54	17,27	18,13	19,00	25,78	27,93	29,00	31,15	33,30	35,45	44,97	47,54
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	313,34	414,49	414,49	466,30	516,11	544,02	569,92	773,45	837,91	870,13	934,59	999,04	1.063,50	1.349,21	1.426,31
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	4,35	5,76	5,76	6,48	7,20	7,56	7,92	10,74	11,64	12,09	12,98	13,88	14,77	18,74	19,81
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	4,35	5,76	5,76	6,48	7,20	7,56	7,92	10,74	11,64	12,09	12,98	13,88	14,77	18,74	19,81
LAJE PRÉ-FABRICADA 3																
INDUSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	407,40	475,30	543,20	611,10	679,00	746,90	814,80	882,70	950,60	1.018,50	1.086,40	1.154,30	1.222,20	1.290,10	1.358,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	333,00	388,50	444,00	499,50	555,00	610,50	666,00	721,50	777,00	832,50	888,00	943,50	999,00	1.054,50	1.110,00
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fgk = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	19,58	22,85	26,11	29,38	32,64	35,90	39,17	42,43	45,70	48,96	52,22	55,49	58,75	62,02	65,28
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	587,52	685,44	783,36	881,28	979,20	1.077,12	1.175,04	1.272,96	1.370,88	1.468,80	1.566,72	1.664,64	1.762,56	1.860,48	1.958,40
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20

Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	40,80	95,20	108,80	122,40	136,00	149,60	163,20	176,80	190,40	204,00	217,60	231,20	244,80	258,40	272,00
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de lajes pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	816,00	918,00	1.020,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00
Lançamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
DEFENSA																
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m															
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,96	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM																
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA																
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL)/ MANUTENÇÃO																
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiacetileno	m³	30,59	36,37	40,75	48,00	55,73	62,27	69,04	80,08	89,67	97,49	107,92	118,83	130,22	145,16	157,69
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	2.294,61	2.728,01	3.056,04	3.600,05	4.180,05	4.670,07	5.178,09	6.006,14	6.725,31	7.311,92	8.094,09	8.912,27	9.766,44	10.887,09	11.826,44

P20 PMC 4V - Ponte em concreto protendido com 4 longarinas																
P20 PMC 4V	Área (m²):	40,80	47,60	54,4	61,2	68,00	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,80	6,80	6,8	6,8	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,00	7,00	8,0	9,0	10,00	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço	Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute fgk=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_02/2015	m²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm²	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
INDUSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	63,98	74,65	91,71	110,38	130,64	152,50	175,97	195,83	222,10	249,96	279,42	310,49	343,15	385,02	421,28
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.556,00	2.071,20	2.394,40	2.894,40	3.093,20	3.692,80	4.026,80	4.844,00	5.002,40	5.800,40	6.201,60	6.473,20	7.472,80	7.409,60	8.344,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fgk = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	9,02	10,53	12,99	15,70	18,64	21,82	25,25	28,11	31,98	36,04	40,38	44,93	49,75	55,94	61,28
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	9,02	10,53	12,99	15,70	18,64	21,82	25,25	28,11	31,98	36,04	40,38	44,93	49,75	55,94	61,28
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	9,02	10,53	12,99	15,70	18,64	21,82	25,25	28,11	31,98	36,04	40,38	44,93	49,75	55,94	61,28
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	22,56	26,32	32,48	39,24	46,60	54,56	63,12	70,28	79,94	90,10	100,96	112,32	124,38	139,84	153,20
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	676,80	789,60	974,40	1.177,20	1.398,00	1.636,80	1.893,60	2.108,40	2.398,20	2.703,00	3.028,80	3.369,60	3.731,40	4.195,20	4.596,00
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
TRANSVERSINAS (In Loco)																
FORMAS																
Formas de tabuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	25,56	37,32	41,28	45,24	49,20	53,16	57,12	77,02	82,10	87,18	92,26	97,34	102,42	135,24	141,44
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	22,19	32,40	35,84	39,27	42,71	46,15	49,59	66,86	71,27	75,69	80,10	84,51	88,92	117,41	122,79
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.253,26	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04	2.750,04
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	37,60	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	82,50	82,50
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fgk = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	3,67	5,18	5,76	6,34	6,91	7,49	8,06	10,79	11,53	12,28	13,02	13,76	14,51	19,15	20,06
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	8,81	12,44	13,82	15,21	16,59	17,97	19,35	25,89	27,68	29,46	31,25	33,03	34,82	45,96	48,15
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	264,38	373,25	414,72	456,19	497,66	539,14	580,61	776,74	830,30	883,87	937,44	991,01	1.044,58	1.378,94	1.444,61
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	3,67	5,18	5,76	6,34	6,91	7,49	8,06	10,79	11,53	12,28	13,02	13,76	14,51	19,15	20,06
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	3,67	5,18	5,76	6,34	6,91	7,49	8,06	10,79	11,53	12,28	13,02	13,76	14,51	19,15	20,06
LAJE PRE-FABRICADA 2																
INDUSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	484,80	565,60	646,40	727,20	808,00	888,80	969,60	1.050,40	1.131,20	1.212,00	1.292,80	1.373,60	1.454,40	1.535,20	1.616,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	351,00	409,50	468,00	526,50	585,00	643,50	702,00	760,50	819,00	877,50	936,00	994,50	1.053,00	1.111,50	1.170,00
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fgk = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	19,58	22,85	26,11	29,38	32,64	35,90	39,17	42,43	45,70	48,96	52,22	55,49	58,75	62,02	65,28
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	587,52	685,44	783,36	881,28	979,20	1.077,12	1.175,04	1.272,96	1.370,88	1.468,80	1.566,72	1.664,64	1.762,56	1.860,48	1.958,40
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20

Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m²	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
FORMAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	40,80	95,20	108,80	122,40	136,00	149,60	163,20	176,80	190,40	204,00	217,60	231,20	244,80	258,40	272,00
MONTAGEM		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carga, descarga e manobra de lajes pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	816,00	918,00	1.020,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00
Lançamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
DEFENSA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ARMADURA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77
CONCRETO 35 Mpa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m²	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL) MANUTENÇÃO		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	1.500,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	1.500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	1.500,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA		-	-	-	-	1.500,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusiva carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	1.500,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	1.500,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	1.500,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	1.500,00	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	1.500,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusiva carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiacetileno	m³	23,16	27,92	32,70	37,47	42,24	47,00	51,77	56,53	61,30	66,07	70,84	75,61	80,38	85,15	89,92
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.736,73	2.093,69	2.450,64	2.807,60	3.223,95	3.636,71	4.049,47	4.462,23	4.874,99	5.287,75	5.699,51	6.111,27	6.523,03	6.934,79	7.346,55

P21 PMC 5V - Ponte em concreto pretendido com 5 longarinas																		
P21 PMC 5V	Área (m²):		40,80	47,60	54,4	61,2	68,00	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0	
	Largura (m):		6,80	6,80	6,8	6,8	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):		6,00	7,00	8,0	9,0	10,00	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	
Descrição do Serviço		Unid	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																		
APARELHO DE APOIO																		
Graute fck=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_ 02/2015	m³	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm³	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	
SUPERESTRUTURA																		
LONGARINAS																		
INDUSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS																		
FORMAS																		
Forma metálica em chapas 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greijas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	73,98	93,31	110,64	128,97	153,30	179,63	207,96	238,29	270,62	304,95	333,28	371,11	401,94	443,27	486,60		
ARMADURA																		
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.717,00	2.176,50	2.854,50	3.284,00	3.837,00	4.036,50	4.782,00	5.157,50	5.556,00	5.898,00	6.804,00	7.187,00	8.311,50	8.762,00	9.243,50		
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
CONCRETO 35 Mpa																		
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confeção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	10,38	13,16	15,64	18,27	21,80	25,63	29,76	34,19	38,92	43,95	48,08	53,61	58,14	64,22	70,60		
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	10,38	13,16	15,64	18,27	21,80	25,63	29,76	34,19	38,92	43,95	48,08	53,61	58,14	64,22	70,60		
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	10,38	13,16	15,64	18,27	21,80	25,63	29,76	34,19	38,92	43,95	48,08	53,61	58,14	64,22	70,60		
MONTAGEM																		
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	25,95	32,90	39,10	45,68	54,50	64,08	74,40	85,48	97,30	109,88	120,20	134,03	145,35	160,55	176,50		
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	778,50	987,00	1.173,00	1.370,25	1.635,00	1.922,25	2.232,00	2.564,25	2.919,00	3.296,25	3.606,00	4.020,75	4.360,50	4.816,50	5.295,00		
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00		
TRANSVERSINAS (In Loco)																		
FORMAS																		
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confeção e instalação	m²	22,72	36,69	38,64	40,59	44,49	48,39	52,29	72,62	77,58	82,54	85,02	89,98	92,46	119,15	125,17		
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	19,72	31,85	33,55	35,24	38,62	42,01	45,40	63,04	67,35	71,66	73,81	78,12	80,27	103,44	108,67		
ARMADURA																		
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.253,26	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04		
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	37,60	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	82,50			
CONCRETO 35 Mpa																		
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confeção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	3,26	5,10	5,39	5,67	6,24	6,80	7,37	10,16	10,89	11,62	11,98	12,71	13,07	16,82	17,70		
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	7,83	12,25	12,93	13,61	14,97	16,33	17,69	24,39	26,14	27,88	28,75	30,49	31,36	40,36	42,48		
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	235,01	367,42	387,83	408,24	449,06	489,89	530,71	731,81	784,08	836,35	862,49	914,76	940,90	1.210,68	1.274,40		
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	3,26	5,10	5,39	5,67	6,24	6,80	7,37	10,16	10,89	11,62	11,98	12,71	13,07	16,82	17,70		
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	3,26	5,10	5,39	5,67	6,24	6,80	7,37	10,16	10,89	11,62	11,98	12,71	13,07	16,82	17,70		
LAJE PRÉ-FABRICADA 2																		
INDUSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS																		
ARMADURA																		
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	407,40	475,30	543,20	611,10	679,00	746,90	814,80	882,70	950,60	1.018,50	1.086,40	1.154,30	1.222,20	1.290,10	1.358,00		
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	333,00	388,50	444,00	499,50	555,00	610,50	666,00	721,50	777,00	832,50	888,00	943,50	999,00	1.054,50	1.110,00		
CONCRETO 35 Mpa																		
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confeção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	28,84	27,20		
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	19,58	22,85	26,11	29,38	32,64	35,90	39,17	42,43	45,70	48,96	52,22	55,49	58,75	62,02	65,28		
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	587,52	685,44	783,36	881,28	979,20	1.077,12	1.175,04	1.272,96	1.370,88	1.468,80	1.566,72	1.664,64	1.762,56	1.860,48	1.958,40		
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	28,84	27,20		

Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m²	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
FORMAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	40,80	95,20	108,80	122,40	136,00	149,60	163,20	176,80	190,40	204,00	217,60	231,20	244,80	258,40	272,00
MONTAGEM		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carga, descarga e manobra de lajes pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	816,00	918,00	1.020,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00
Lançamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
DEFENSA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ARMADURA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77
CONCRETO 35 Mpa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m²	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL)/ MANUTENÇÃO																
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	900,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	651,60	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.080,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	4.795,20	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.080,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	159,84	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	4.795,20	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiacetileno	m³	24,10	30,47	34,97	39,63	45,47	51,61	58,05	67,02	74,22	81,72	87,95	95,95	102,59	114,16	123,17
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.807,83	2.285,01	2.623,03	2.972,30	3.410,33	3.870,86	4.353,89	5.026,37	5.566,32	6.128,78	6.596,51	7.196,46	7.694,19	8.561,97	9.237,60

P22 PMC 6V - Ponte em concreto protendido com 6 longarinas																
P22 PMC 6V	Área (m²):	40,80	47,60	54,4	61,2	68,00	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,80	6,80	6,8	6,8	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,00	7,00	8,0	9,0	10,00	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço		Unid	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Gravite fck=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_02/2015	m³	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm³	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
INDUSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
FORMAS																
Forma metálica em chapas 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greijas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	88,78	103,57	103,57	127,97	149,36	202,36	235,15	270,35	307,94	338,94	380,74	424,93	460,73	509,12	559,92
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.627,20	2.283,00	2.283,00	2.746,80	3.498,00	4.596,60	4.892,40	5.284,80	5.811,00	6.189,60	7.149,60	7.703,40	8.211,60	9.396,00	10.098,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	12,46	14,53	14,53	18,05	21,08	28,78	33,55	38,69	44,18	48,66	54,82	61,27	66,53	73,64	81,12
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	12,46	14,53	14,53	18,05	21,08	28,78	33,55	38,69	44,18	48,66	54,82	61,27	66,53	73,64	81,12
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	12,46	14,53	14,53	18,05	21,08	28,78	33,55	38,69	44,18	48,66	54,82	61,27	66,53	73,64	81,12
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	31,14	36,33	36,33	45,12	52,71	71,94	83,88	96,72	110,46	121,65	137,04	153,18	166,32	184,11	202,80
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	934,20	1.089,90	1.089,90	1.353,60	1.581,30	2.158,20	2.516,40	2.901,60	3.313,80	3.649,50	4.111,20	4.595,40	4.989,60	5.523,30	6.084,00
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
TRANSVERSINAS (in Loco)																
FORMAS																
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	22,72	32,20	32,20	36,04	37,96	43,72	47,55	65,86	70,70	73,12	77,95	82,79	85,21	109,50	115,34
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	19,72	27,96	27,96	31,29	32,95	37,95	41,28	57,18	61,38	63,48	67,67	71,87	73,97	95,06	100,13
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.253,26	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04	2.750,04
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	37,60	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	82,50	82,50
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	3,26	4,46	4,46	5,02	5,30	6,13	6,69	9,20	9,90	10,26	10,96	11,67	12,03	15,43	16,28
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	7,83	10,71	10,71	12,05	12,72	14,72	16,06	22,07	23,77	24,62	26,32	28,01	28,86	37,03	39,08
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	235,01	321,24	321,24	361,39	381,47	441,70	481,85	662,13	713,06	738,53	789,46	840,39	865,86	1.110,80	1.172,51
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	3,26	4,46	4,46	5,02	5,30	6,13	6,69	9,20	9,90	10,26	10,96	11,67	12,03	15,43	16,28
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	3,26	4,46	4,46	5,02	5,30	6,13	6,69	9,20	9,90	10,26	10,96	11,67	12,03	15,43	16,28
LAJE PRE-FABRICADA 3																
INDUSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	407,40	475,30	475,30	543,20	611,10	746,90	814,80	882,70	950,60	1.018,50	1.086,40	1.154,30	1.222,20	1.290,10	1.358,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	333,00	388,50	388,50	444,00	499,50	610,50	666,00	721,50	777,00	832,50	888,00	943,50	999,00	1.054,50	1.110,00
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	9,52	10,88	12,24	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	19,58	22,85	22,85	26,11	29,38	35,90	39,17	42,43	45,70	48,96	52,22	55,49	58,75	62,02	65,28
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	587,52	685,44	685,44	783,36	881,28	1.077,12	1.175,04	1.272,96	1.370,88	1.468,80	1.566,72	1.664,64	1.762,56	1.860,48	1.958,40
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	9,52	10,88	12,24	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	8,16	9,52	9,52	10,88	12,24	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20

FORMAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	40,80	95,20	95,20	108,80	122,40	149,60	163,20	176,80	190,40	204,00	217,60	231,20	244,80	258,40	272,00	
MONTAGEM		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carga, descarga e manobra de lajes pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	23,80	27,20	30,60	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00	
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	714,00	816,00	918,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00	
Lançamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	7,00	8,00	9,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00	
DEFENSA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ARMADURA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Armação em aço CA-50 - flocamento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	253,97	290,26	326,54	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64	
Transporte com caminhão carroceta de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	7,62	8,71	9,80	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77	
CONCRETO 35 Mpa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	2,68	3,07	3,45	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67	
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	6,44	7,36	8,28	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40	
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	193,23	220,84	248,44	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10	
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	2,68	3,07	3,45	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67	
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m²	2,30	2,68	2,68	3,07	3,45	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67	
FORMAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	26,27	30,02	33,77	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05	
Transporte com caminhão carroceta de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,25	0,29	0,32	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72	
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	42,00	48,00	54,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00	
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	6,22	7,10	7,99	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	186,48	213,12	239,76	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80	
DRENAGEM		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00	
PIINTURA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	25,34	28,96	32,58	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40	
FASE 2: USO																	
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL)/ MANUTENÇÃO		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	350,00	400,00	450,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00	
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	253,40	289,60	325,80	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00	
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	420,00	480,00	540,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00	
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	420,00	480,00	540,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00	
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	62,16	71,04	79,92	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00	
FASE 3: FIM DE VIDA																	
DEMOLIÇÃO		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	42,00	48,00	54,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	186,48	213,12	239,76	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80	
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiaetileno	m³	26,18	31,20	31,20	37,01	42,07	54,09	61,17	70,55	78,50	85,07	93,68	102,58	109,94	122,20	132,27	
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.963,53	2.339,81	2.339,81	2.776,09	3.155,46	4.056,61	4.587,39	5.291,13	5.887,14	6.380,12	7.025,63	7.693,64	8.245,13	9.164,73	9.920,47	

P23 PMD 5V - Ponte em concreto protendido com 5 longarinas																
P23 PMD 5V	Área (m²):	40,80	47,60	54,4	61,2	68,00	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,80	6,80	6,8	6,8	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,00	7,00	8,0	9,0	10,00	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do serviço	Unid	Qtdde	Qtdde	Qtdde	Qtdde	Qtdde	Qtdde	Qtdde	Qtdde	Qtdde	Qtdde	Qtdde	Qtdde	Qtdde	Qtdde	Qtdde
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute fck=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita D/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_02/2015	m³	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm²	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
INDUSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	70,80	86,10	98,40	115,20	128,00	154,55	177,60	202,15	217,70	233,25	248,80	268,60	302,40	319,20	341,00
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.517,35	1.878,95	2.351,54	2.723,64	3.385,24	3.419,83	3.939,93	4.124,53	4.869,62	5.595,72	6.388,32	7.086,42	7.964,01	8.770,61	10.059,71
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	98,14	123,11	144,58	172,55	186,52	258,99	305,96	380,43	402,90	418,87	434,84	470,81	151,78	160,25	168,72
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	13,56	16,87	19,28	23,04	25,60	32,26	37,92	43,98	47,39	50,75	54,16	58,82	67,68	71,44	76,70
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	13,56	16,87	19,28	23,04	25,60	32,26	37,92	43,98	47,39	50,75	54,16	58,82	67,68	71,44	76,70
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	13,56	16,87	19,28	23,04	25,60	32,26	37,92	43,98	47,39	50,75	54,16	58,82	67,68	71,44	76,70
TRANSVERSINAS																
INDUSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	17,70	30,18	30,18	33,81	33,81	42,89	48,33	71,70	71,70	71,70	71,70	74,12	83,80	104,75	107,78
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.253,26	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04	2.750,04
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	1,91	3,34	3,34	3,82	3,82	5,01	5,72	8,59	8,59	8,59	8,59	8,90	10,18	12,72	13,12
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	1,91	3,34	3,34	3,82	3,82	5,01	5,72	8,59	8,59	8,59	8,59	8,90	10,18	12,72	13,12
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	1,91	3,34	3,34	3,82	3,82	5,01	5,72	8,59	8,59	8,59	8,59	8,90	10,18	12,72	13,12
CABOS, BAINHAS E ANCORAGENS																
Cordoalha CP 190 RB D = 12,7 mm - fornecimento, preparo e colocação	kg	32,31	48,47	48,47	48,47	48,47	48,47	48,47	64,63	64,63	64,63	64,63	64,63	64,63	80,78	80,78
Bainha metálica seção 19 x 36 mm para 1 cordoalha D = 12,7 mm, semi-rígida, ovalizada, com montagem e injeção de nata de cimento	m	40,80	61,20	61,20	61,20	61,20	61,20	61,20	81,60	81,60	81,60	81,60	81,60	81,60	102,00	102,00
Ancoragem ativa para lajes com 1 cordoalha aderente D = 12,7 mm com placa de ancoragem, cunha tripartida e protensão	unid	6,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	15,00	15,00
Ancoragem passiva aderente para lajes com 1 cordoalha D = 12,7 mm - fornecimento e instalação un 33,1	unid	6,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	15,00	15,00
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	38,67	50,52	56,55	67,14	73,54	93,17	109,11	131,42	139,94	148,34	156,87	169,31	194,64	210,40	224,54
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	1.160,10	1.515,68	1.696,43	2.014,20	2.206,20	2.795,14	3.273,30	3.942,45	4.198,20	4.450,20	4.705,95	5.079,30	5.839,20	6.312,00	6.736,31
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
DEFENSA																
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67

Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m²	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greijas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PIINTURA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL)/ MANUTENÇÃO		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiacetileno	m²	17,77	22,89	25,69	30,31	33,25	41,49	48,24	57,55	61,34	65,09	68,88	74,24	84,76	91,44	97,49
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.332,63	1.716,96	1.926,47	2.273,00	2.493,75	3.111,44	3.618,36	4.316,27	4.600,77	4.881,53	5.166,03	5.568,14	6.356,79	6.858,35	7.311,41

P24 PMD 6V - Ponte em concreto protendido com 6 longarinas																
P24 PMD 6V	Área (m²):	40,80	47,60	54,4	61,2	68,00	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,80	6,80	6,8	6,8	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,00	7,00	8,0	9,0	10,00	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço		Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute ftk=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_02/2015	m³	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fomecimento e instalação	dm³	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
INDUSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS																
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greijas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	76,68	89,46	102,24	120,42	136,80	157,08	174,96	197,34	216,72	241,20	266,88	288,66	311,04	339,72	369,60
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fomecimento, preparo e colocação	kg	1.658,22	2.161,73	2.729,45	3.333,17	3.891,28	4.273,00	5.169,52	5.575,83	6.337,95	6.796,47	7.265,78	8.074,10	9.576,02	10.074,13	10.673,05
Armação em aço CA-60 - fomecimento, preparo e colocação	kg	60,17	70,33	80,50	90,66	100,83	110,99	121,15	131,32	141,48	151,65	161,81	171,97	182,14	192,30	202,47
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento ftk = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	14,62	17,05	19,49	23,54	27,06	31,72	35,71	41,03	45,44	51,36	57,70	62,83	68,15	75,32	82,92
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	14,62	17,05	19,49	23,54	27,06	31,72	35,71	41,03	45,44	51,36	57,70	62,83	68,15	75,32	82,92
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	14,62	17,05	19,49	23,54	27,06	31,72	35,71	41,03	45,44	51,36	57,70	62,83	68,15	75,32	82,92
TRANSVERSINA																
INDUSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS																
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greijas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	17,10	25,65	25,65	29,18	30,94	34,47	36,23	53,02	55,37	60,07	64,78	67,13	69,48	92,73	98,61
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fomecimento, preparo e colocação	kg	1.253,26	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04	2.750,04
Armação em aço CA-60 - fomecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento ftk = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	1,79	2,69	2,69	3,14	3,36	3,81	4,03	5,98	6,27	6,87	7,47	7,77	8,07	10,83	11,58
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	1,79	2,69	2,69	3,14	3,36	3,81	4,03	5,98	6,27	6,87	7,47	7,77	8,07	10,83	11,58
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	1,79	2,69	2,69	3,14	3,36	3,81	4,03	5,98	6,27	6,87	7,47	7,77	8,07	10,83	11,58
CABOS, BAINHAS E ANCORAGENS																
Cordoalha CP 190 RB D = 12,7 mm - fomecimento, preparo e colocação	kg	32,31	48,47	48,47	48,47	48,47	48,47	48,47	64,63	64,63	64,63	64,63	64,63	64,63	80,78	80,78
Bainha metálica seção 19 x 36 mm para 1 cordoalha D = 12,7 mm, semi-rígida, ovalizada, com montagem e Injeção de nata de cimento	m	40,80	61,20	61,20	61,20	61,20	61,20	61,20	81,60	81,60	81,60	81,60	81,60	81,60	102,00	102,00
Ancoragem ativa para lajes com 1 cordoalha aderente D = 12,7 mm com placa de ancoragem, cunha tripárida e protensão	unid	6,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	15,00	15,00
Ancoragem passiva aderente para lajes com 1 cordoalha D = 12,7 mm - fomecimento e instalação un 33,1	unid	6,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	15,00	15,00
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	41,02	49,35	55,44	66,70	76,05	88,81	99,36	117,51	129,30	145,58	162,92	176,50	190,54	215,39	236,25
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	1.230,66	1.480,59	1.663,29	2.001,11	2.261,61	2.664,43	2.980,94	3.525,30	3.878,91	4.367,43	4.887,45	5.295,06	5.716,17	6.461,66	7.087,39
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
DEFENSA																
Barreira simples de concreto, amada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fomecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77
CONCRETO 35 Mpa																

Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM																
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA																
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL) MANUTENÇÃO																
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiaetileno	m³	18,71	22,43	25,24	30,13	34,26	39,74	44,35	51,99	57,09	63,98	71,30	77,12	83,12	93,44	102,17
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.403,19	1.661,88	1.893,33	2.259,90	2.569,16	2.980,73	3.326,00	3.899,12	4.281,48	4.798,76	5.347,53	5.783,90	6.233,76	7.008,01	7.662,49

P25 PME 5V - Ponte em concreto protendido com 5 longarinas																
P25 PME 5V	Área (m²):	40,80	47,60	54,4	61,2	68,00	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,80	6,80	6,8	6,8	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,00	7,00	8,0	9,0	10,00	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Descrição do Serviço		Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute fck=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af. 02/2015	m²	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - flocimento e instalação SUPERESTRUTURA	dm²	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80	32,80
LONGARINAS																
INDÚSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS																
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greijas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	89,94	104,93	123,92	143,91	169,90	197,89	227,88	259,87	293,86	314,85	351,84	390,83	431,82	474,81	499,80
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - flocimento, preparo e colocação	kg	1.341,00	1.883,00	2.400,50	2.992,50	3.273,50	3.778,50	4.104,50	4.433,50	4.847,00	5.582,50	5.978,00	6.380,50	6.880,00	7.371,50	8.322,00
Armação em aço CA-60 - flocimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	11,76	13,72	16,28	18,99	22,60	26,51	30,72	35,23	40,04	42,90	48,16	53,72	59,58	65,74	69,20
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	11,76	13,72	16,28	18,99	22,60	26,51	30,72	35,23	40,04	42,90	48,16	53,72	59,58	65,74	69,20
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	11,76	13,72	16,28	18,99	22,60	26,51	30,72	35,23	40,04	42,90	48,16	53,72	59,58	65,74	69,20
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque	t	29,40	34,30	40,70	47,48	56,50	66,28	76,80	88,08	100,10	107,25	120,40	134,30	148,96	164,35	173,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	882,00	1.029,00	1.221,00	1.424,25	1.695,00	1.988,25	2.304,00	2.642,25	3.003,00	3.217,50	3.612,00	4.029,00	4.468,50	4.930,50	5.190,00
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
TRANSVERSINAS (In Loco)																
FORMAS																
Formas de tabuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	22,72	32,75	34,70	36,65	40,54	44,44	48,34	67,54	72,50	72,50	77,45	82,40	87,35	112,90	112,90
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	19,72	28,43	30,12	31,82	35,20	38,58	41,96	58,64	62,94	62,94	67,24	71,54	75,83	98,01	98,01
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - flocimento, preparo e colocação	kg	1.253,26	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04
Armação em aço CA-60 - flocimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	37,60	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	82,50	82,50
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	3,26	4,53	4,81	5,10	5,66	6,23	6,80	9,42	10,15	10,15	10,87	11,60	12,32	15,90	15,90
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	7,83	10,87	11,55	12,23	13,59	14,95	16,31	22,61	24,35	24,35	26,09	27,83	29,57	38,15	38,15
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	235,01	326,25	346,64	367,03	407,81	448,59	489,37	678,41	730,60	730,60	782,78	834,97	887,16	1.144,63	1.144,63
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	3,26	4,53	4,81	5,10	5,66	6,23	6,80	9,42	10,15	10,15	10,87	11,60	12,32	15,90	15,90
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	3,26	4,53	4,81	5,10	5,66	6,23	6,80	9,42	10,15	10,15	10,87	11,60	12,32	15,90	15,90
Laje Pré-moldada 3 e= 20 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INDÚSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - flocimento, preparo e colocação	kg	407,40	475,30	543,20	611,10	679,00	746,90	814,80	882,70	950,60	1.018,50	1.086,40	1.154,30	1.222,20	1.290,10	1.358,00
Armação em aço CA-60 - flocimento, preparo e colocação	kg	333,00	388,50	444,00	499,50	555,00	610,50	666,00	721,50	777,00	832,50	888,00	943,50	999,00	1.054,50	1.110,00
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	19,58	22,85	26,11	29,38	32,64	35,90	39,17	42,43	45,70	48,96	52,22	55,49	58,75	62,02	65,28
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	587,52	685,44	783,36	881,28	979,20	1.077,12	1.175,04	1.272,96	1.370,88	1.468,80	1.566,72	1.664,64	1.762,56	1.860,48	1.958,40
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greijas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	40,80	95,20	108,80	122,40	136,00	149,60	163,20	176,80	190,40	204,00	217,60	231,20	244,80	258,40	272,00

MONTAGEM		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carga, descarga e manobra de lajes pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	37,40	40,80	44,20	47,60	51,00	54,40	57,80	61,20	64,60	68,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	612,00	714,00	816,00	918,00	1.020,00	1.122,00	1.224,00	1.326,00	1.428,00	1.530,00	1.632,00	1.734,00	1.836,00	1.938,00	2.040,00
Lançamento de laje pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
DEFENSA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ARMADURA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Armação em aço CA-50 - flocamento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77
CONCRETO 35 Mpa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba reboçável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de Imersão	m²	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greijas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aplicação manual de tinta latex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL) / MANUTENÇÃO																
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta latex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exklusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exklusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiaeteno	m²	25,48	30,46	35,04	39,78	45,70	51,92	58,44	67,32	74,59	79,20	86,93	94,95	103,28	114,76	119,97
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.911,33	2.284,13	2.628,12	2.983,37	3.427,35	3.893,84	4.382,82	5.048,75	5.594,61	5.939,87	6.519,48	7.121,60	7.746,21	8.607,17	8.997,42

P26 PME 6V - Ponte em concreto protendido com 6 longarinas																		
P26 PME 6V	Área (m²):		40,80	47,60	54,4	61,2	68,00	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0	
	Largura (m):		6,00	6,80	6,8	6,8	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):		6,00	7,00	8,0	9,0	10,00	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	
Descrição do serviço		Unid	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																		
APARELHO DE APOIO																		
Gravite fgl=30 mpa; traço 1:0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_02/2015	m²	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm³	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	39,36	
SUPERESTRUTURA																		
LONGARINAS																		
INDUSTRIA DE PRE-FABRICADOS																		
FORMAS																		
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	100,44	117,18	143,52	172,26	203,40	236,94	272,88	296,62	335,16	377,10	411,84	335,16	506,52	546,06	598,80		
ARMADURA																		
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.442,40	2.047,80	2.343,60	2.926,80	3.345,60	3.667,20	3.990,60	4.806,00	5.321,40	5.725,80	6.641,40	5.321,40	7.780,20	8.848,20	9.417,00		
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
CONCRETO 35 Mpa																		
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	12,02	14,02	17,46	21,26	25,43	29,95	34,83	37,73	43,16	48,94	53,64	43,16	66,83	72,25	79,65		
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	12,02	14,02	17,46	21,26	25,43	29,95	34,83	37,73	43,16	48,94	53,64	43,16	66,83	72,25	79,65		
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	12,02	14,02	17,46	21,26	25,43	29,95	34,83	37,73	43,16	48,94	53,64	43,16	66,83	72,25	79,65		
MONTAGEM																		
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	30,04	35,04	43,65	53,16	63,56	74,87	87,08	94,33	107,89	122,34	134,10	107,89	167,06	180,62	199,13		
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	901,13	1.051,31	1.309,50	1.594,69	1.906,88	2.246,06	2.612,25	2.829,94	3.236,63	3.670,31	4.023,00	3.236,63	5.011,88	5.418,56	5.973,75		
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		
TRANSVERSINAS (In Loco)																		
FORMAS																		
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	22,72	32,24	36,08	39,92	43,77	47,61	51,45	65,98	70,82	75,67	78,09	70,82	87,78	109,74	115,58		
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	19,72	27,99	31,32	34,66	37,99	41,33	44,67	57,28	61,48	65,69	67,79	61,48	76,20	95,27	100,34		
ARMADURA																		
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.253,26	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04	2.750,04		
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	37,60	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	82,50	82,50		
CONCRETO 35 Mpa																		
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	3,26	4,47	5,02	5,58	6,14	6,70	7,26	9,21	9,92	10,63	10,98	9,92	12,40	15,46	16,32		
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	7,83	10,72	12,06	13,40	14,74	16,08	17,42	22,11	23,81	25,51	26,36	23,81	29,76	37,10	39,17		
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	235,01	321,58	361,78	401,98	442,17	482,37	522,57	663,25	714,27	765,29	790,80	714,27	892,84	1.113,13	1.174,98		
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	3,26	4,47	5,02	5,58	6,14	6,70	7,26	9,21	9,92	10,63	10,98	9,92	12,40	15,46	16,32		
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	3,26	4,47	5,02	5,58	6,14	6,70	7,26	9,21	9,92	10,63	10,98	9,92	12,40	15,46	16,32		
Laje Mold In loco 5 e= 20 cm																		
ARMADURA																		
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	407,40	475,30	543,20	611,10	679,00	746,90	814,80	882,70	950,60	1.018,50	1.086,40	950,60	1.222,20	1.290,10	1.358,00		
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	333,00	388,50	444,00	499,50	555,00	610,50	666,00	721,50	777,00	832,50	888,00	777,00	999,00	1.054,50	1.110,00		
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	22,21	25,91	29,62	33,32	37,02	40,72	44,42	48,13	51,83	55,53	59,23	51,83	66,64	70,34	74,04		
CONCRETO 35 Mpa																		
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	19,04	24,48	25,84	27,20		
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	19,58	22,85	26,11	29,38	32,64	35,90	39,17	42,43	45,70	48,96	52,22	45,70	58,75	62,02	65,28		
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	587,52	685,44	783,36	881,28	979,20	1.077,12	1.175,04	1.272,96	1.370,88	1.468,80	1.566,72	1.370,88	1.762,56	1.860,48	1.958,40		
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	19,04	24,48	25,84	27,20		
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	19,04	24,48	25,84	27,20		
FORMAS																		
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	5,12	5,52	5,92	6,32	6,72	7,12	7,52	7,92	8,32	8,72	9,12	8,32	9,92	10,32	10,72		
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	4,44	4,79	5,14	5,49	5,83	6,18	6,53	6,88	7,22	7,57	7,92	7,22	8,61	8,96	9,31		

LAJOTAS (Lajota pré-fab CA e=5cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	126,42	147,49	168,56	189,63	210,70	231,77	252,84	273,91	294,98	316,05	337,12	294,98	379,26	400,33	421,40
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	1,69	1,97	2,26	2,54	2,82	3,10	3,38	3,67	3,95	4,23	4,51	3,95	5,08	5,36	5,64
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	4,06	4,74	5,41	6,09	6,77	7,44	8,12	8,80	9,48	10,15	10,83	9,48	12,18	12,86	13,54
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	121,82	142,13	162,43	182,74	203,04	223,34	243,65	263,95	284,26	304,56	324,86	284,26	365,47	385,78	406,08
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	1,69	1,97	2,26	2,54	2,82	3,10	3,38	3,67	3,95	4,23	4,51	3,95	5,08	5,36	5,64
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m²	1,69	1,97	2,26	2,54	2,82	3,10	3,38	3,67	3,95	4,23	4,51	3,95	5,08	5,36	5,64
MONTAGEM																
Lançamento de pré-laje com utilização de guindauto	t	4,23	4,94	5,64	6,35	7,05	7,76	8,46	9,17	9,87	10,58	11,28	9,87	12,69	13,40	14,10
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-boque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	126,90	148,05	169,20	190,35	211,50	232,65	253,80	274,95	296,10	317,25	338,40	296,10	380,70	401,85	423,00
DEFENSA																
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	507,95	653,08	689,36	725,64
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	15,24	19,59	20,68	21,77
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	5,37	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	12,88	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	386,47	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	5,37	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m²	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	5,37	6,90	7,28	7,67
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em grelhas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	52,54	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,50	0,65	0,68	0,72
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	84,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	12,43	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	372,96	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM																
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	7,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA																
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	50,68	65,16	68,78	72,40
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL)/ MANUTENÇÃO																
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	700,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	506,80	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	840,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	3.729,60	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	840,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	124,32	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	3.729,60	4.795,20	5.061,60	5.328,00
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO																
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	84,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	372,96	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiacetileno	m³	25,74	30,69	36,43	42,54	49,00	55,82	63,01	69,61	77,48	85,72	92,52	77,48	110,61	120,83	130,84
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.930,46	2.301,58	2.732,39	3.190,21	3.675,02	4.186,84	4.725,65	5.220,64	5.811,23	6.428,81	6.938,83	5.811,23	8.295,50	9.062,42	9.912,78

P27 PMIL 8V - Ponte em concreto protendido com 8 longarinas																
P27 PMIL 8V	Área (m²):	40,80	47,60	54,4	61,2	68,00	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
	Largura (m):	6,00	6,00	6,8	6,8	6,80	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	Vão (m):	6,00	7,00	8,0	9,0	10,00	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Unid	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde	Qtde
FASE 1: PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO																
APARELHO DE APOIO																
Graute fck=30 mpa; traço 1,0,8:1,1 (cimento/ areia grossa/ brita D/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_02/2015	m³	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Aparelho de apoio de neoprene fretado para estruturas moldadas no local - fornecimento e instalação	dm³	52,48	52,48	52,48	52,48	52,48	52,48	52,48	52,48	52,48	52,48	52,48	52,48	52,48	52,48	52,48
SUPERESTRUTURA																
LONGARINAS																
INDUSTRIA DE PRE-FABRICADOS																
FORMAS																
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greijas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	90,95	116,55	145,35	177,35	204,55	242,15	282,95	326,95	374,15	412,55	478,15	548,55	594,95	642,95	708,55
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.459,20	1.790,40	2.162,40	2.492,80	3.120,00	3.744,80	4.333,60	4.728,00	5.594,40	6.411,20	6.936,00	7.236,80	8.021,60	9.439,20	10.008,80
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	7,68	10,08	12,80	15,84	18,40	22,00	25,92	30,16	34,72	38,40	44,80	52,56	56,16	60,80	67,20
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	7,68	10,08	12,80	15,84	18,40	22,00	25,92	30,16	34,72	38,40	44,80	52,56	56,16	60,80	67,20
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	7,68	10,08	12,80	15,84	18,40	22,00	25,92	30,16	34,72	38,40	44,80	52,56	56,16	60,80	67,20
MONTAGEM																
Carga, descarga e manobra de vigas pré-moldadas de até 500 kN em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t	t	19,20	25,20	32,00	39,60	46,00	55,00	64,80	75,40	86,80	96,00	112,00	131,40	140,40	152,00	168,00
Transporte de carga especial em cavalo mecânico com semi-reboque de 6 eixos para até 216 t - rodovia em revestimento primário	tkm	576,00	756,00	960,00	1.188,00	1.380,00	1.650,00	1.944,00	2.262,00	2.604,00	2.880,00	3.360,00	3.942,00	4.212,00	4.560,00	5.040,00
Lançamento de viga pré-moldada de até 500 kN com utilização de guindaste	un	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
TRANSVERSAIS (In Loco)																
FORMAS																
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	22,40	34,30	38,01	41,72	43,58	47,29	51,00	68,81	73,43	75,74	82,67	89,60	91,91	113,33	118,86
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	19,45	29,78	33,00	36,22	37,83	41,05	44,27	59,74	63,75	65,75	71,77	77,79	79,79	98,39	103,19
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	1.253,26	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	1.752,18	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.251,11	2.750,04	2.750,04
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	37,60	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	52,57	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	82,50	82,50
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,18	3,27	3,63	3,99	4,17	4,54	4,90	6,58	7,04	7,26	7,95	8,63	8,85	10,90	11,45
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,22	7,84	8,71	9,58	10,02	10,89	11,76	15,80	16,89	17,43	19,07	20,70	21,25	26,16	27,47
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	156,67	235,22	261,36	287,50	300,56	326,70	352,84	473,98	506,66	523,01	572,04	621,07	637,42	784,80	824,04
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,18	3,27	3,63	3,99	4,17	4,54	4,90	6,58	7,04	7,26	7,95	8,63	8,85	10,90	11,45
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	2,18	3,27	3,63	3,99	4,17	4,54	4,90	6,58	7,04	7,26	7,95	8,63	8,85	10,90	11,45
LAJE 4 "In loco" e= 20 cm																
ARMADURA																
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	407,40	475,30	543,20	611,10	679,00	746,90	814,80	882,70	950,60	1.018,50	1.086,40	1.154,30	1.222,20	1.290,10	1.358,00
Armação em aço CA-60 - fornecimento, preparo e colocação	kg	333,00	388,50	444,00	499,50	555,00	610,50	666,00	721,50	777,00	832,50	888,00	943,50	999,00	1.054,50	1.110,00
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	22,21	25,91	29,62	33,32	37,02	40,72	44,42	48,13	51,83	55,53	59,23	62,93	66,64	70,34	74,04
CONCRETO 35 Mpa																
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	19,58	22,85	26,11	29,38	32,64	35,90	39,17	42,43	45,70	48,96	52,22	55,49	58,75	62,02	65,28
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	587,52	685,44	783,36	881,28	979,20	1.077,12	1.175,04	1.272,96	1.370,88	1.468,80	1.566,72	1.664,64	1.762,56	1.860,48	1.958,40
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,32	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20

FORMAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Formas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção e instalação	m²	2,40	2,80	3,20	3,60	4,00	4,40	4,80	5,20	5,60	6,00	6,40	6,80	7,20	7,60	8,00
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	2,08	2,43	2,78	3,13	3,47	3,82	4,17	4,51	4,86	5,21	5,56	5,90	6,25	6,60	6,95
DEFENSA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barreira simples de concreto, armada, moldada no local (perfil New Jersey) - H = 810 + 100 mm	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ARMADURA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg	217,69	253,97	290,26	326,54	362,82	399,10	435,38	471,67	507,95	544,23	580,51	616,79	653,08	689,36	725,64
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	6,53	7,62	8,71	9,80	10,88	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,50	19,59	20,68	21,77
CONCRETO 35 Mpa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Concreto para bombeamento fck = 35 MPa - confecção em central dosadora de 40 m³/h - areia e brita comerciais	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Carga, manobra e descarga de concreto com caminhão betoneira - carga em central de concreto de 40 m³/h	t	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40
Transporte com caminhão betoneira - rodovia com revestimento primário	tkm	165,63	193,23	220,84	248,44	276,05	303,65	331,26	358,86	386,47	414,07	441,68	469,28	496,89	524,49	552,10
Lançamento mecânico de concreto com bomba rebocável com capacidade de 41 m³/h	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
Adensamento de concreto por vibrador de imersão	m³	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	4,22	4,60	4,98	5,37	5,75	6,13	6,52	6,90	7,28	7,67
FORMAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Forma metálica em chapa 1/8" reforçada com nervuras de 40 mm x 1/8" dispostas em greijas de 40 x 60 cm - utilização de 100	m²	22,52	26,27	30,02	33,77	37,53	41,28	45,03	48,78	52,54	56,29	60,04	63,79	67,55	71,30	75,05
Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia com revestimento primário	tkm	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imprimação com asfalto diluído	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	5,33	6,22	7,10	7,99	8,88	9,77	10,66	11,54	12,43	13,32	14,21	15,10	15,98	16,87	17,76
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
DRENAGEM		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dreno de PVC D = 75 mm - fornecimento e instalação	m	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00
PINTURA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	21,72	25,34	28,96	32,58	36,20	39,82	43,44	47,06	50,68	54,30	57,92	61,54	65,16	68,78	72,40
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FASE 2: USO																
VISTORIA (INSPEÇÃO VISUAL) MANUTENÇÃO		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte de materiais diversos em veículo leve - pick up 4 x 4 - rodovia em revestimento primário	tkm	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Limpeza de ponte	m	300,00	350,00	400,00	450,00	500,00	550,00	600,00	650,00	700,00	750,00	800,00	850,00	900,00	950,00	1.000,00
Aplicação manual de tinta látex em paredes, duas demãos	m²	217,20	253,40	289,60	325,80	362,00	398,20	434,40	470,60	506,80	543,00	579,20	615,40	651,60	687,80	724,00
SUBSTITUIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
Imprimação com asfalto diluído	m²	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00	660,00	720,00	780,00	840,00	900,00	960,00	1.020,00	1.080,00	1.140,00	1.200,00
Concreto asfáltico - faixa A - areia e brita comerciais	t	53,28	62,16	71,04	79,92	88,80	97,68	106,56	115,44	124,32	133,20	142,08	150,96	159,84	168,72	177,60
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.598,40	1.864,80	2.131,20	2.397,60	2.664,00	2.930,40	3.196,80	3.463,20	3.729,60	3.996,00	4.262,40	4.528,80	4.795,20	5.061,60	5.328,00
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FASE 3: FIM DE VIDA																
DEMOLIÇÃO		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demolição de pavimentação asfáltica com utilização de martelo perfurador, espessura até 15 cm, exclusive carga e transporte	m²	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00	66,00	72,00	78,00	84,00	90,00	96,00	102,00	108,00	114,00	120,00
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	159,84	186,48	213,12	239,76	266,40	293,04	319,68	346,32	372,96	399,60	426,24	452,88	479,52	506,16	532,80
Demolição de concreto armado com martelo e corte oxiacetileno	m³	20,32	25,55	30,38	35,52	40,01	45,71	51,74	59,41	66,16	71,82	80,64	90,82	96,39	104,82	113,51
Transporte com caminhão basculante de 12m³ - rodovia em revestimento primário	tkm	1.523,73	1.916,31	2.278,29	2.664,27	3.000,64	3.428,62	3.880,60	4.455,54	4.962,35	5.386,13	6.047,96	6.811,79	7.229,57	7.861,85	8.513,48



UPF

UNIVERSIDADE
DE PASSO FUNDO

UPF Campus I - BR 285, São José
Passo Fundo - RS - CEP: 99052-900
(54) 3316 7000 - www.upf.br