



## Título

CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL DE AÇOS CONFORMADOS A QUENTE PARA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

## Introdução

A indústria frequentemente recorre à engenharia de materiais para conseguir resolver eventuais desafios siderúrgicos impostos por legislações e mercados altamente competitivos. Na indústria automobilística não é diferente, um dos principais desafios é a redução do peso de seus produtos para que por consequência possa minimizar o consumo de combustível, assim diminuindo o impacto ambiental e com isso ainda manter ou se possível baixar o custo do produto. Como resposta imediata a este dilema, tem-se utilizado chapas de menor espessura e com maior resistência mecânica, propiciando a substituição da peça sem perder sua característica original, porém é importante levar em consideração que esse tipo de material tem aplicação na conformação a quente de perfis com design complexos, onde o elevado aumento de resistência pode interferir negativamente na conformabilidade do material. Por isso, no presente estudo analisou-se a microestrutura através de imagens metalográficas do aço 22Mn5B nas condições com adição de Nb e Mo e sem adição de elementos de liga, como também com tratamento térmico e sem tratamento térmico e mesclando essas variações, para poder caracterizar de maneira mais completa as microestruturas reveladas, sendo de forma geral, martensíticas, perlíticas e bifásicas com predominância de ferrita, cementita e carbonetos.

## Objetivo Geral e Específicos:

- Analisar e caracterizar as microestruturas reveladas nas imagens metalográficas colhidas das amostras;
- Identificar quais são as microestruturas das amostras;
- Pesquisar suas características;
- Averiguar o modo de influência dos fatores externos nas diferentes condições aplicadas às amostras, em suas microestruturas.

## Desenvolvimento e Metodologia

- Corpo de prova embutido;
- Preparo das amostras: Foram utilizadas 4 lixas d'água de granulometrias 220, 400, 600, 1200 respectivamente;
- Polimento: Em água e alumina;
- Ataque químico: Mistura de Nital 2% (Álcool + Ácido nítrico);
- Metalografia: Os registros metalográficos foram realizados em microscópio elétrico Axio Scope A1 da marca Zeiss.

Tabela 1. Composição química

Peso - %	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Ti	Nb	Al	B
Nb - Mo	0,22	0,17	1,17	0,008	0,005	0,25	<0,1	0,16	0,03	0,047	0,014	0,0021
S/Adição	0,22	0,18	1,16	0,008	0,004	0,22	<0,1	<0,01	0,03	-	<0,01	0,0031

Figura: Aço 22Mn5B PHS (Press Hardening Steel)

## Resultados e conclusões

3.1 Amostra 1L

Pela amostra 1L pode-se verificar na Figura 1 que a homogeneidade da microestrutura foi mantida em toda a seção da peça, os elementos de liga formadores de carbonetos Nb e Mo ajudaram na precipitação da cementita e na difusão do carbono gerando uma microestrutura martensítica com o auxílio do tratamento térmico, resultando em crescimento de grãos microestruturais mais uniformes e bem definidos [8].



Figura 1. a) Amostra 1L superior, com adição e temperada; b) Amostra 1L central, com adição e temperada; c) Amostra 1L inferior, com adição e temperada

3.3 Amostra 2L

Analisando a Figura 3 é possível verificar que a peça apresenta maior heterogeneidade da microestrutura, com fases bem definidas onde predominam a ferrita, a cementita e os carbonetos ressaltando as colônias formadas pela perlita fina, a ausência da tempera proporciona um resfriamento mais lento, consequentemente há um maior espaçamento entre as lamelas perlíticas e mais tempo para o desenvolvimento do grão microestrutural, o que mantém a precipitação de carbonetos mais próxima dos contornos dos grãos maiores [8].

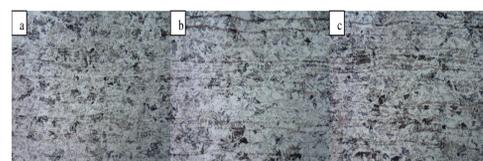


Figura 3. a) Amostra 2L superior, com adição e sem tempera; b) Amostra 2L central, com adição e sem tempera; c) Amostra 2L inferior, com adição e sem tempera

3.5 Amostra 3L

O aço 22Mn5B sem adição e sem tempera da Figura 5 demonstra o mesmo padrão perlítico com a presença de ferrita, cementita e carbonetos, porém com poucas lamelas por não levar adição de elementos formadores de carbonetos que possuem avidéz pelo carbono e através da ligação o precipitam e o difundem em colônias, essa microestrutura tem menor formação de colônias perlíticas e pouca homogeneidade, também é possível notar o grande espaçamento entre as lamelas formadas o que indica falta de controle de resfriamento, com o centro da peça (b) sendo o último a resfriar e permitindo maior acomodação dos grãos entre as fases.

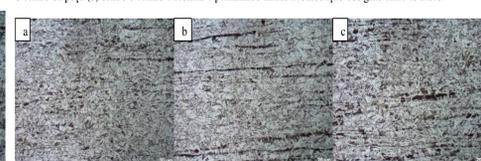


Figura 5. a) Amostra 3L superior, sem adição e sem tempera; b) Amostra 3L central, sem adição e sem tempera; c) Amostra 3L inferior, sem adição e sem tempera

3.7 Amostra 4L

O corte longitudinal da Figura 7 revela uma microestrutura mais homogênea, com boa concentração e difusão de carbonetos, presente formação lamelar alongada com menor espaçamento inter lamelar, contorno de grão bem definido das fases ferrítica e perlítica, nas regiões mais escuras também é perceptível formação parcial de martensita devido ao tratamento térmico realizado nesta condição.

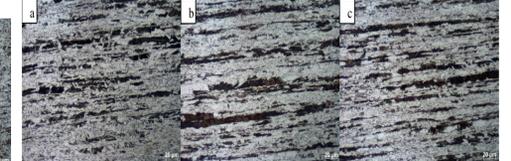


Figura 7. a) Amostra 4L superior, sem adição e com tempera; b) Amostra 4L central, sem adição e com tempera; c) Amostra 4L inferior, sem adição e com tempera

## Referências Bibliográficas

- [1] FAN, D. W.; COOMAN B.C. State-of-the-Knowledge on Coating Systems for Hot Stamped Parts. Steel research int., Weinheim, v.83, No. 5, 2012.
- [2] HIROTA F.; SCHROTER M. Simulation method for advanced hot forming design. In: Simposio SAE Brasil Car body, São Paulo, 2015.
- [3] CARVALHO, João Luiz Costa. Influência do tratamento térmico de austenitização sobre a microestrutura do revestimento e substrato em blanks patchwork de um aço ao Boro laminado a frio com revestimento Zn-Fe para conformação a quente. 2018. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Metalúrgica, Materiais e de Minas, Escola de Engenharia da Ufmg, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/RAOA-BCMHG2>. Acesso em: 29 nov. 2019.
- [4] OLAH NETO, André. Estudo do efeito da deformação plástica sobre a cinética de transformação de fase do aço 22Mn5 estampado a quente. 2015. 308 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Engenharia de Materiais, Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado Santa Catarina, Joinville, 2015. Disponível em: <http://www.tede.udesc.br/handle/tede/452>. Acesso em: 29 nov. 2019.
- [5] GORNI, A. A. Aços avançados de alta resistência: microestrutura e propriedades mecânicas. Corte & Conformação de Metais, p. 26-57, Dezembro de 2008.
- [6] MASAYOSHI, S., JUN, M., KAZUHISA, K., MASAHITO, O., TOSHIHIRO, M., Properties of Aluminized Steels for Hot Forming. In: IBEC 2003, Chiba, Japan, 2003, ISAE No. 2003-01-2853, 267-272.
- [7] ROHDE, Regis Almir. Metalografia preparação de amostras: Uma abordagem prática Versão-3.0. Santo Angelo: Laboratório de Ensaios Mecânicos e Materiais, 2010. 30 p. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4313798/mod\_resource/content/1/APOSTILA\_METALOGRAFIA.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2019.
- [8] COLPAERT, Hubertus. Metalografia dos produtos siderúrgicos comuns. 4. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2008. 652 p.