



I Simpósio Gaúcho de Engenharia Aeroespacial e Mecânica
9 e 10 de novembro de 2022, Santa Maria, RS, Brasil

CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL E AVALIAÇÃO DIMENSIONAL DAS TELHAS DAS LAGARTAS DOS BLINDADOS LEOPARD 1A5.

Gabriel Ximendes Quinhones, gabriel.quinhones@acad.ufsm.br¹

Inácio da Fontoura Limberger, oicanis@gmail.com¹

¹Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica. Campus Universitário- Prédio 07- Sala 312, Bairro Camobi, CEP 97105-900- Santa Maria/RS.

Resumo. A cidade de Santa Maria conta com uma unidade do Exército que é responsável pela manutenção e modernização dos Blindados Leopard 1A5. O processo de manutenção requer o suprimento de componentes que em muitos casos não estão disponíveis no mercado internacional e em algumas vezes os preços são abusivos. Por questões estratégicas é preciso nacionalizar os componentes, dentre os componentes estratégicos para serem nacionalizados, estão as telhas dos Leopard. Este trabalho visa fazer Engenharia Reversa da telha das esteiras do Leopard. Para isso serão feitas, a avaliação dimensional e redesenho do componente; o levantamento dos processos empregados para a sua manufatura e os tratamentos térmicos, bem como das propriedades mecânicas e características metalúrgicas do material. Estes valores levantados serão então disponibilizados ao Exército Brasileiro para a elaboração dos critérios técnicos e orientar a elaboração de licitação de compra. Os dados levantados experimentalmente serão posteriormente usados para avaliação dos componentes entregues pelo fornecedor escolhidos para que seja feita a homologação de compra.

Palavras chave: Engenharia Reversa. Caracterização. Processos. Composição Química. Dureza.

1. INTRODUÇÃO

Dentro da estrutura do Exército Brasileiro, a Cavalaria Mecanizada opera com veículos de combate blindados sobre rodas e blindados sobre lagartas.

A partir de 2009, incorporou-se às massas da cavalaria o veículo blindado Leopard 1A5, de origem alemã, o qual passou por alguns ajustes “tropicalização”, para ficar mais adequado as condições operacionais locais. O Exército Brasileiro teve que estruturar um plano de manutenção e suprimento de peças, na maioria importadas da Alemanha. Dessa forma, surge a necessidade de nacionalização de alguns componentes e outros conhecimentos que devem ser adquiridos. (BASTOS, 2011).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é redesenhar, definir os processos de manufatura e tratamentos térmicos usados para produzir as telhas das lagartas dos blindados 1A5BR e caracterizar as propriedades mecânicas e metalúrgicas do material, para que se tenha subsídios técnicos fazer o processo de nacionalização deste componente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para caracterização das telhas das lagartas do Leopard 1A5 BR, faz-se necessário a utilização de conceitos da Engenharia Reversa. A Engenharia Reversa pode ser compreendida como um processo que objetiva gerar um modelo conceitual a partir de um modelo físico já existente, (AVIS, 2010). Logo, para este caso, busca-se descobrir os processos envolvidos em sua manufatura, a composição química, as propriedades mecânicas e metalúrgicas do material usado além do levantamento dimensional e desenho para replicar e ou otimizar o componente estudado.

Na Engenharia Reversa um dos itens importantes é identificar os elementos químicos que compõem o material empregado no componente que está sendo avaliado. Amostras retiradas são avaliadas através da espectrometria de emissão óptica, com o resultado destas análises obtêm-se os elementos químicos presentes no material e a sua quantidade. Com a identificação do material pode-se buscar as propriedades mecânicas esperadas para o material que posteriormente serão confrontadas com resultados de ensaios mecânicos feitos a partir de corpos de prova criteriosamente retirados dos componentes em estudo.



Ensaio mecânicos comumente usados para a caracterização do material são, para a determinação da Dureza Superficial (Macro Dureza, HRC, HV); Micro Dureza (HV) em micro constituintes; ensaios de Tração (GxÉ) para a determinação Tensão de Escoamento, Tensão de Ruptura, Modulo de Elasticidade, Ductilidade e ensaio Charpy para determinar a Tenacidade.

Análises das características microestruturais do material são de grande importância para identificar os processos de fabricação empregados na manufatura do componente e os possíveis tratamentos térmicos utilizados. Amostras destes materiais passam por avaliação dos microconstituintes através do uso das técnicas de Microscopia Óptica e Microscopia Eletrônica de Varredura e em alguns casos é necessário o emprego de Difração de Raio X.

A maioria das telhas usadas para compor as lagartas do sistema de movimentação de blindados são feitas de aços fundidos de baixo a médio carbono com adição de elementos de liga. Tais peças fundidas, podem ser submetidas a tratamentos térmicos como normalização, austêmpera ou têmpera em óleo e revenido. A adição a liga, outros elementos químicos conferem aos aços características específicas para determinada solitação. (CHIAVERINI, 1988).

Aço fundido é aquele vazado em moldes, onde se solidifica e adquire a forma da cavidade do molde. No processo o metal-líquido recebe um sobreaquecimento para que o líquido ocupe toda a cavidade do molde. Após o vazamento do aço no molde, ocorre um sub-resfriamento no líquido devido a diferença de temperatura entre a parede do molde e o metal.

Cria-se, uma fina camada de metal sólido na superfície externa da peça e no interior ainda tem uma massa líquida. Devido a variação de volume entre o metal sólido e líquido, essa diferença volumétrica poderá causar defeitos conhecidos como rechupes. (BLAIR, et al. 2005). Se o sistema de alimentação e massalotes não estiver corretamente dimensionado, os rechupes podem ocorrer próximos ao centro das seções das peças, ou em transições de seções com variação de espessura, junções e cantos, estes vazios ou cavidades são formados nos últimos estágios de solidificação. (PLUTSHACK, et.al, 1996)

3. Materiais e Métodos

As telhas, foram entregues montadas no conjunto, visto na figura 1(A), agrupadas a dois eixos e nas almofadas de borracha. Para dar início ao processo de Engenharia Reversa, foi preciso desmontar o conjunto retirando-se os componentes não essenciais ao estudo, figura 1(B).



Figura 1: (a) Telhas das lagartas dos blindados Leopard 1A5BR como recebida, (b) telha removida do conjunto.

Fonte: Autor

Separada a telha, foi feito o processo de medição da peça para fazer o desenho técnico, perspectiva vistas, cotas e cortes. As dimensões obtidas foram feitas usando Paquímetro, Micrômetro Traçador e uma mesa de Desempeno. Para os detalhes da peça que foram usinadas, foi usada tolerância compatíveis com o processo usado. Os desenhos foram feitos usando o software SOLIDWORKS.

Após feitos os desenhos, foram selecionados cinco telhas para a retirada de amostras para a avaliação de microestrutura, Análise Química, da Dureza, Ensaio de Tração e Tenacidade, além da identificação dos rechupes. A figura 2 mostra peças cortadas para a retirada das amostras e usinagem dos corpos de prova. Os cortes e a usinagem das mostras e corpos de prova foram feitos no NAFA (UFSM).



Figura 2: Telha cortada para remoção de corpos de prova e análise de rechupes. Fonte: Autor

Os ensaios de dureza Rockwell C foram realizados no Durômetro de Bancada da marca WPR, no Laboratório de Metalurgia Física (UFSM). As endentações foram feitas nas mesmas chapas que foram removidas e preparadas para usinar os corpos de prova para ensaios de Tração e Impacto. Foram realizadas sete leituras para cada chapa sendo feita as respectivas médias.

Foram preparadas as amostras aos ensaios de Impacto (Charpy) e de Tração Mecânica com o intuito de obter o limite de resistência, Tensão Máxima à tração e o Limite de Escoamento. A definição das dimensões dos corpos de prova pode ser vista na figura 3 e foram baseados na Norma ASTM A370.

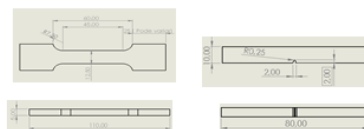


Figura 3: Corpos de prova para ensaio de Tração e Charpy

A análise química para identificar a composição dos materiais foi feita utilizando um Espectrômetro de Emissão Óptica modelo Spectrolab LAVMB08B do Laboratório de

Comentado [1]: Ver se está ok essa passagem

Metalurgia Física (LAMEF) da UFRGS. Conhecer os elementos presentes na liga e a sua concentração é importantes pois estes influenciam nas propriedades mecânicas dos materiais.

As amostras removidas para fazer a avaliação da microestrutura foram embutidas com baquelite em uma prensa embutidora, da marca Struers, e passaram por um processo de lixamento utilizadas lixas d'água com granulometria de 80 a 600 sempre no sentido perpendicular a lixa utilizada anteriormente.

Posteriormente as amostras passaram por processo de polimento com pasta de diamante e feltro numa politriz manual Struers DP 9a.

Por fim, as amostras foram atacadas com Nital 2% para que as microestruturas fossem reveladas. A análise da microestrutura foi feita com o uso de microscópio Óptico e Eletrônico com o objetivo de obter imagens da superfície da amostra dos rechupes. Essas imagens foram feitas com Microscópio Eletrônico de Varredura da marca JEOL, pertencente ao Departamento de Engenharia Mecânica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das análises da composição química realizada em três amostras, podem ser vistas na tabela 1. É possível observar a presença dos elementos de liga como Carbono, Cromo, Manganês, Silício, Molibdênio e Níquel. Pelas análises pode-se dizer que a liga deste aço fundido se aproxima da liga S-6758 da Military Specification, que corresponde a SAE 4130.

A avaliação da dureza do material pode ser observada na tabela 2. As endentações foram feitas seguindo a sequência recomendada. A dureza média encontrada para o material da telha condiz com a dureza esperada para um aço SAE 4130 temperado e revenido ou austemperado.

A análise das superfícies dos cortes feitos para a remoção da amostra mostra a presença de rechupes em varia regiões das peças. Sendo assim há uma tolerância com respeito a presença destes rechupes em relação a localização e tamanho neste componente mecânico.

Tabela 1: Resultados da composição química em % de massa das amostras.

Amostra Elemento	Maior	Menor	B	Média
C	0,2085	0,3392	0,2560	0,2685
Si	0,3476	0,3589	0,4120	0,3728
Mn	0,6710	0,6730	0,6690	0,6610
P	0,0074	0,0070	0,0130	0,0091
S	0,0021	0,0027	<0,001	0,0019
Cr	0,9090	0,9010	1,0760	0,9620
Mo	0,2454	0,2455	0,3220	0,2709
Ni	0,1419	0,1430	0,1830	0,1559
Cu	0,0648	0,0563	0,0820	0,0677
Al	0,0247	0,0259	0,0150	0,0218
Nb	0,0050	0,0046	0,0071	0,0055
Sn	0,0032	0,0032	<0,001	0,0032
Ti	0,0019	0,0017	<0,001	0,0015
Fe	Balanço	Balanço	Balanço	Balanço

Tabela 2: Durezas Rockwell C com suas respectivas médias e média geral de dureza.

AMOSTRA	Dureza 1	Dureza 2	Dureza 3	Dureza 4	Dureza 5	Dureza 6	Dureza 7	Média das Durezas
1	51	49	54	51,5	48	52	52	51,4
2	24	21	26	24	21	24	24	24,8
3	52	48	55	51	50	50	50	50,9
4	50	49	49	50	44	45	43	47,1
5	50	46	52,0	51	53	51,0	50	50,8
								Média das Leituras
								50,2

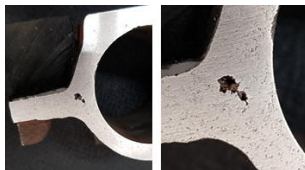


Figura 4: Evidencia-se, dessa forma, as marcas de rechupe nas amostras.

5. CONCLUSÕES

De posse dos resultados obtidos de forma experimental, dimensionamento geométrico, dureza, e observação da presença de rechupe nas amostras, já é possível dar início à elaboração de requisitos técnicos, a qual desde o princípio almeja a nacionalização do componente. Ademais, alguns requisitos que darão continuidade a este estudo, serão os futuros resultados do ensaio de tração, tenacidade e análise micro-estrutural das amostras.

6. REFERÊNCIAS

- BASTOS, Expedito Carlos Stephani. Blindados No Brasil - Um Longo e Árduo Aprendizado - Vol. 1. São Paulo: Editora Tallere, 2011.
- CHIAVERINI, Vicente. Aços e Ferros Fundidos. Associação Brasileira de Metais- 6ª edição. São Paulo: Editora da ABM, 1988.
- COLPAERT, Humbertus. Metalografia dos processos siderúrgicos comuns- 4ª edição. São Paulo: Editora Blucher, 2008.
- BLAIR, M. et al. Predicting the occurrence and Effects of Defects in Castings .Jom. (2005), may.
- PLUTSHACK, L.A ; SUSCHIL, L. Riser Design. ASM-Metals Handbook. (1996).10th Edition. Vol. 15.
- LAKHTIN, Y. Metais e ligas metálicas. Trad.Eng. Helio Mezzomo. Santa Maria, 2016.

I Simpósio Gaúcho de Engenharia Aeroespacial e Mecânica
9 e 10 de novembro de 2022, Santa Maria, RS, Brasil

