

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL
Campus Ibirubá**

PÂMELA KAINE ANDRADE PEREIRA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO
Análise macrográfica**

**Ibirubá
2019**

PÂMELA KAINÉ ANDRADE PEREIRA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Análise macrográfica

Relatório de estágio apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Estágio Curricular Obrigatório do curso Superior em Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Ibirubá.

Orientador: Giancarlo Stefani Schleder

Ibirubá

2019

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fachada da empresa AGCO Ibirubá	6
Figura 2 - Tipos de trincas em juntas soldadas.....	10
Figura 3 - Exemplos de Mordeduras	11
Figura 4 - Diferença entre pernas do cordão em solda de filete.....	11
Figura 5 - Exemplos de falta de fusão em juntas soldadas.....	12
Figura 6 - Politriz metalográfica.....	13
Figura 7 - Cortadora Metalográfica	13
Figura 8 - Regiões de retirada dos corpos de prova.	14

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
1.1	SOBRE A EMPRESA	5
2	REFERENCIAL TEÓRICO	7
2.1	O PROCESSO DE AVALIAÇÃO MACROGRÁFICA.....	7
3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	8
3.1	PREPARAÇÃO DA AMOSTRA.....	8
3.1.1	Pré-corte	8
3.1.2	Corte metalográfico.....	8
3.1.3	Lixamento de desbaste	8
3.1.4	Lixamento fino	9
3.1.5	Ataque	9
3.2	OS CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO	9
3.2.1	Os critérios para juntas soldadas	10
3.3	OBJETIVO DA ANÁLISE	13
3.4	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS.....	13
3.5	PROCEDIMENTO	14
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
5	REFERÊNCIAS	18

1 INTRODUÇÃO

O período de estágio curricular obrigatório é uma forma de agregar experiência ao conhecimento repassado pelos professores em sala de aula ao aluno sendo possível compreender os processos do mercado de trabalho. O objetivo é desenvolver o estagiário para a vida cidadã e profissional.

Este relatório tem por objetivo descrever as atividades realizadas durante o estágio curricular obrigatório, com carga horária total de 300 horas, realizado no período de maio a setembro do ano de 2019, estágio realizado no setor de qualidade da empresa AGCO do Brasil, com sede na cidade de Ibirubá, às margens da RS 223 na área industrial.

O presente relatório apresenta as atividades executadas diariamente no setor de qualidade, relatando ensaios laboratoriais como macrografia e metalografia.

1.1 SOBRE A EMPRESA

A AGCO Corporation é um fabricante multinacional com foco em desenvolvimento, fabricação e distribuição de equipamentos agrícolas para 140 países e com sede em Duluth(Geórgia),USA. Fundada em 1990, a AGCO fornece aos agricultores equipamento como tratores, colheitadeiras, equipamento para fenação e forragem, armazenamento de grãos e sistemas de produção de proteína animal, bem como peças de reposição. A empresa é dirigida pelo Teuto-americano Martin Richenhagen, Chairman e Presidente da AGCO Corp.

Em 19 de setembro de 2007, a empresa AGCO efetuou a compra da SFIL, indústria de implementos agrícolas em Ibirubá, no Alto Jacuí, a multinacional que fabrica tratores e colheitadeiras no estado. Além das instalações no Município de Canoas - RS, onde são fabricados tratores, no Município de Santa Rosa - RS, onde se produz colheitadeiras, e no Município de Mogi das Cruzes – SP, AGCO tem sua terceira unidade em solo gaúcho no Município de Ibirubá RS.

A SFIL começou seu funcionamento no ano de 1962, quando Walter Hugo Schaedler e filhos (Sfil) iniciaram a fabricação de implementos agrícolas, como plantadeiras de tração animal, em Fortaleza dos Valos. Para ampliar o seu espaço físico, a empresa transferiu suas

atividades para Ibirubá em 1999, na margem da rodovia Cruz Alta-Ibirubá (RS-223) conforme figura 1.

Figura 1- Fachada da empresa AGCO Ibirubá



Fonte: Marketing AGCO

A AGCO tem como principal atividade a soldagem, pintura e montagem de conjuntos, implementos agrícolas para tratores, como plantadeiras para plantio de soja, milho, arroz, trigo, periféricos, carregadoras frontais multifuncionais e todos estes produtos e processos com a mesma finalidade, a satisfação do cliente final.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A soldagem de metais é uma técnica de união de metais em constante desenvolvimento, tanto pela crescente diversificação dos aços como também pela sua aplicação a construções de alto risco. (WAINER, et al., 2004). Para um estudo de qualidade desse processo e também a análise dos padrões de soldagem é possível realizar ensaio de macrografia o qual permite verificar a homogeneidade ou heterogeneidade do produto e assim constatar a existência de descontinuidades inerentes ao próprio metal, como porosidades e segregações. (Almendra, et al., 2013).

O ensaio macrográfico segundo (Almendra, et al., 2013) permite determinar a existência de soldas no material, além de revelar as várias zonas existentes na solda e suas características, como número de passes, existência de goivagem e forma do chanfro.

2.1 O PROCESSO DE AVALIAÇÃO MACROGRÁFICA

O processo de avaliação macrográfica poderá ser iniciado de várias formas. A fim de manter a confiabilidade da cadeia de fornecedores, o desenvolvimento de uma fonte de fornecimento de componentes metálicos não será completo se ele não passar por testes macrográficos. Outro momento em que poderá demandar uma avaliação é durante a definição de parâmetros do processo de soldagem no desenvolvimento de um novo projeto na corporação.

A avaliação inicia na escolha do lugar onde a amostra será retirada e terá sequência no corte, preparo e visualização da estrutura. Para definição dos parâmetros e métodos a serem adotados, o analista deve levar em consideração o que se deseja estudar, o material em estudo, o processo produtivo que foi utilizado na fabricação do componente em avaliação, as transformações que o material pode sofrer devido ao processo de fabricação a que foi submetido.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

3.1 PREPARAÇÃO DA AMOSTRA

As principais etapas para a realização do ensaio macrográfico são a escolha e a localização da seção a ser estudada; a preparação de uma superfície plana e lixada no local escolhido; lavagem e secagem e, por fim, ataque com reativo químico adequado. Uma amostra macrográfica bem preparada deve atender, entre outras, as seguintes características: estar plana, livre de riscos e sem bordas arredondadas.

3.1.1 Pré-corte

O pré-corte só é necessário quando o componente onde será retirado a amostra for muito grande de forma que o corte na cortadora metalográfica fique limitado ao espaço físico do ambiente. Esta etapa poderá ser realizada com qualquer tipo de corte metalúrgico, dando preferência para os refrigerados para não alterar a estrutura do material com o calor gerado pelo processo. Deverá ser cortado com sobre metal, levando em conta as mesmas considerações descritas acima.

3.1.2 Corte metalográfico

Este será realizado em cortadora metalográfica. Como a avaliação será exclusivamente de materiais ferrosos, o disco será de alumina Al_2O_3 , variando a espessura conforme a dureza do material. Deverá ser totalmente refrigerado, com a refrigeração diretamente no disco de corte, para evitar “queimas” na amostra.

3.1.3 Lixamento de desbaste

A etapa de lixamento de desbaste tem a finalidade de eliminar todas as imperfeições deixadas pelo corte metalográfico e deixar a amostra plana. A granulometria das lixas de desbaste será 120, 220 e 320. Uma etapa de lixamento deverá eliminar todos os riscos e deformações na amostra deixados pela etapa anterior. Caso as deformações deixadas pelo disco de corte forem muito grosseiras a ponto de não ser possível ser eliminada com a lixa 120, uma

etapa com lixa 80 precisará ser realizada antes. Todas as etapas de lixamento de desbaste devem ser refrigeradas com água.

3.1.4 Lixamento fino

O lixamento fino é a etapa que prepara a amostra para o polimento. As lixas a serem utilizadas são 400, 600 e 1200. Todas as etapas de lixamento devem ser refrigeradas com água que não pode ser recirculante para evitar que grãos das lixas anteriores sejam trazidos pelo refrigerante e comprometam a preparação. Da mesma forma que o desbaste, as etapas de lixamento fino deverão eliminar todos os riscos deixados pela etapa anterior.

3.1.5 Ataque

O ataque químico é feito para revelar a estrutura do material. Sua ação na amostra é corroer a fase mais mole da microestrutura proporcionando diferença de relevo na superfície atacada. O reagente escolhido para o ataque químico é Nital 2% e Nital 10%. Nital é uma solução de ácido nítrico em álcool etílico. A porcentagem no nome da solução refere-se à concentração do ácido na mistura. Este produto químico é o reativo mais utilizado para ataque em ligas ferrosas. A amostra deve ser imersa na solução reagente durante 20 a 30 segundos, retirada e seca e estará pronta para a visualização no microscópio. Para análises micrográfica, foi definido a solução de concentração 2%, e para macrografia, o Nital 10%.

3.2 OS CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO

Para cada tipo de processo a ser analisado foram definidos critérios de aceitação. Cada critério foi definido com base na revisão bibliográfica, apresentada nos primeiros capítulos deste relatório, e em normas nacionais e internacionais ou mesmo em normas da companhia que versam sobre o assunto abordado.

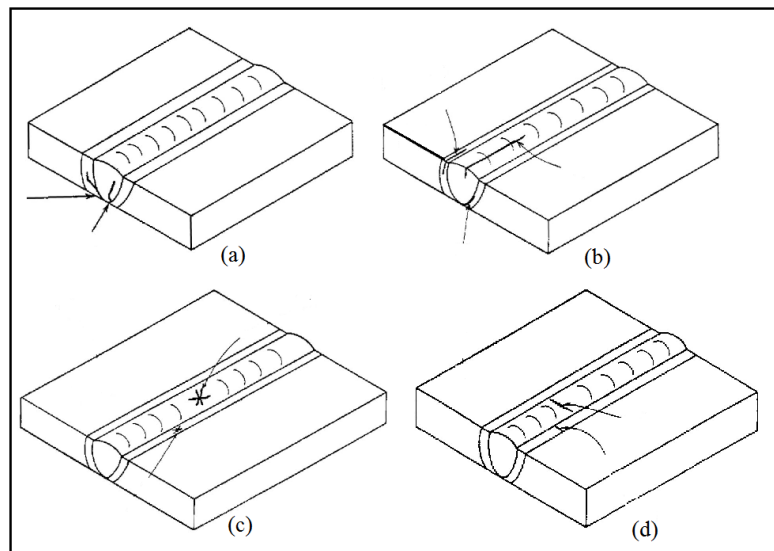
3.2.1 Os critérios para juntas soldadas

Para avaliação de juntas soldadas, seja em corpos de prova ou em componentes fornecidos em caráter de amostra, os critérios de aceitação foram definidos com base no capítulo 6 da norma AWS D1.1/D1.1M:2010.

3.2.1.1 Trincas

As trincas em uma junta soldada podem aparecer no metal depositado ou na zona termicamente afetada (ZTA). São concentradoras de tensão e a existência destas em juntas soldadas, aliadas à transformação causada pelo calor na ZTA e da característica de maior dureza do metal de adição, torna a união susceptível a falha, de sorte que nenhuma junta com trinca pode ser considerada aprovada. Alguns tipos de trincas em juntas soldadas são mostrados na Figura 2.

Figura 2 - Tipos de trincas em juntas soldadas. (a) Trincas de raiz; (b). Trincas longitudinais ao cordão; (c). Trincas irradiantes, partem de um mesmo ponta em várias direções; (d). Trincas transversal ao cordão de solda



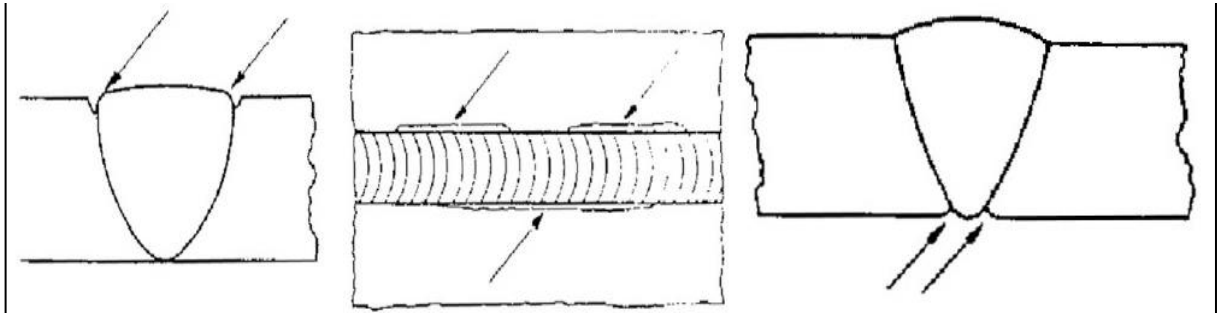
Fonte: Adaptado de NERIS (2012)

3.2.1.2 Mordeduras

Mordedura é um defeito que inclui uma cratera no metal base, adjacente ao cordão de solda. Incluindo uma depressão muito grande no material fará com que a espessura do material

seja comprometida, pois a secção que fica suportando a carga aplicada fica menor, gerando concentração de tensão localizada, que combinada com as tensões geradas pelo aquecimento do material, poderá exceder os limites de tensão do material, levando-o a falhas. Logo mordeduras maiores que 1 mm ou 10% da espessura do metal base ou a que houver menor dimensão, não são aceitas.

Figura 3 - Exemplos de Mordeduras

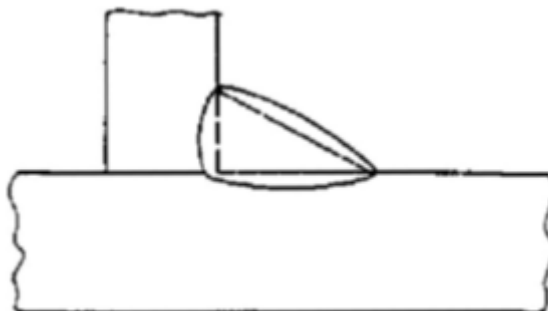


Fonte: Adaptado de NERIS (2012)

3.2.1.3 Tamanho de pena na solda

O tamanho de um cordão de solda é especificado pela altura da perna de solda. A área que estará resistindo às cargas aplicadas na união dos metais, em um filete de solda, é dada pelo produto da perna de solda pelo comprimento do cordão (SHIGLEY, et al., 2005), havendo uma diferença maior que 20% entre as pernas de um cordão, um dos lados ficará com maior tensão aplicada devido a menor área resistindo à carga, por isso não poderão ser aprovados cordões com diferença maior que o especificado acima entre pernas de um filete de solda. A figura 4 mostra as diferenças entre pernas do filete de solda.

Figura 4 - Diferença entre pernas do cordão em solda de filete.

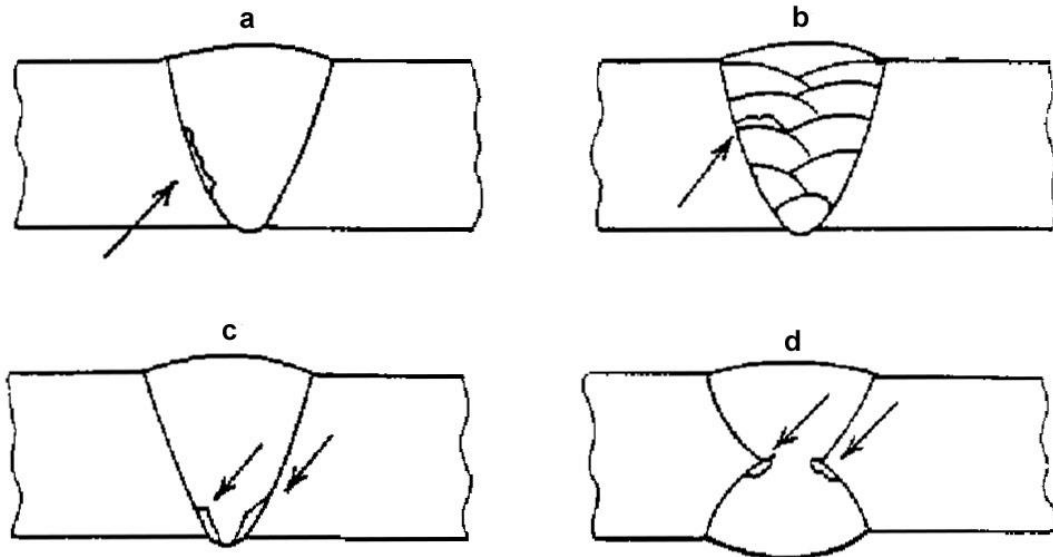


Fonte: Adaptado de NERIS (2012)

3.2.1.4 Fusão do cordão de solda

A fusão do cordão de solda é o indicador de que o metal de adição se uniu com o metal base. Esta característica deve ser atendida desde a superfície do metal base até a raiz do cordão, em todas as camadas adjacentes, assim garantindo que a dimensão da fusão seja igual ou maior que a dimensão especificada para o referido cordão. Uma solda que não apresentar fusão, pelo menos até a raiz do filete, não pode ser considerada aprovada. A Figura 5 ilustra tipos de falta de fusão em juntas soldadas.

Figura 5 - Exemplos de falta de fusão em juntas soldadas. (a) Falta de fusão na zona de ligação; (b) Falta de fusão entre passes; (c) e (d) Falta de fusão na raiz do cordão.



Fonte: (NERIS, 2012)

3.2.1.5 Penetração solda em chanfro

A penetração de uma solda em chanfro é a característica que define, junto com o comprimento do cordão, a área de resistência aos esforços que a junta é solicitada. Como parâmetro importante na definição da tensão de resistência, esta característica deve ser atendida conforme o especificado em projeto.

3.3 OBJETIVO DA ANÁLISE

Análise macrográfica nas regiões de solda da CJ SD ASA INTERMEDIARIA ESQ *part number* ACW223033A

3.4 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Os equipamentos utilizados para preparação das amostras foram a policorte metalográfica com refrigeração e a lixadeira-politriz metalográfica estes são mostrados na figura 6 e figura 7:

Figura 6 - Politriz metalográfica – usada para polimento das amostras.



Fonte: Autor (2019)

Figura 7 - Cortadora Metalográfica – utilizada para corte das amostras

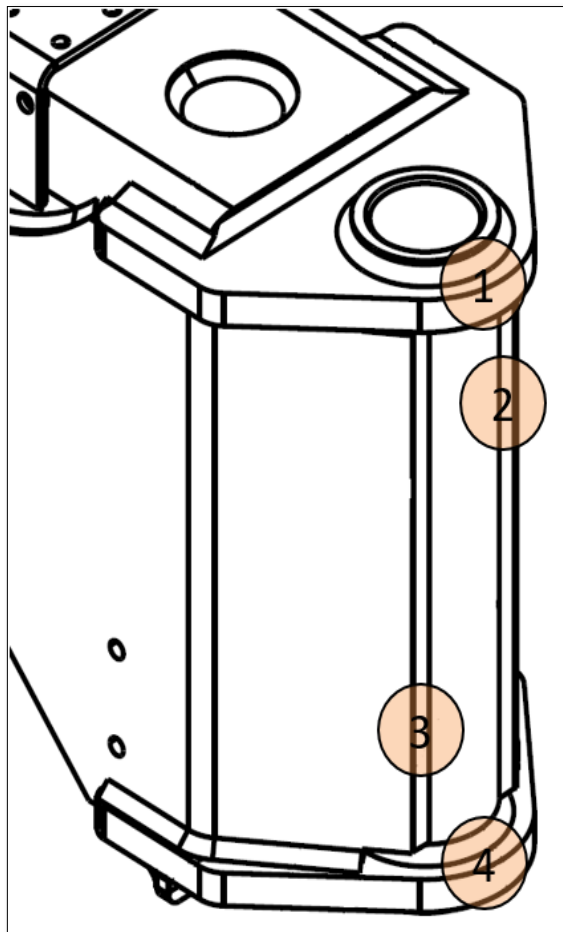


Fonte: Autor (2019)

3.5 PROCEDIMENTO

Foram retirados quatro corpos de prova do item ACW223033A – CJ SD ASA INTERMEDIARIA ESQ, conforme Figura 8. Para a obtenção destes corpos de prova foi retirada uma peça do processo, após a soldagem. Os corpos de provas foram cortados em cortadora metalográfica refrigerada e preparados com lixamento em poltriz rotativa obedecendo a seguinte sequência de granulometria das lixas: 100, 220, 320, 400. Após o lixamento, os corpos de prova foram atacados com ácido Nital 10%, e capturadas imagens com câmera digital. As avaliações foram quanto a: mordeduras, penetração, fusão, trincas e porosidades.

Figura 8 - Regiões de retirada dos corpos de prova.



Fonte: Autor (2019)

Corpo de prova	Imagem	Característica Avaliada	Laudo
01- 1		Mordedura	Aprovado
		Penetração	Reprovado
		Fusão	Aprovado
		Trincas	Aprovado
		Porosidade	Aprovado
Perna do cordão: Especificado: 12 mm; encontrado: (10,3 x 10,5) mm			Reprovado
Corpo de prova	Imagem	Característica Avaliada	Laudo
01-2		Mordedura	Aprovado
		Penetração	Aprovado
		Fusão	Aprovado
		Trincas	Aprovado
		Porosidade	Aprovado
Perna do cordão: Especificado: 12 mm; encontrado: (11,1 x 14,4) mm			Reprovado
02		Mordedura	Aprovado
		Penetração	Aprovado
		Fusão	Aprovado
		Trincas	Aprovado
		Porosidade	Aprovado
Perna do cordão: Especificado: 10 mm; encontrado: (10,7 x 10,9) mm			Aprovado

03		Mordedura	Aprovado
		Penetração	Reprovado
		Fusão	Aprovado
		Trincas	Aprovado
		Porosidade	Aprovado
	Perna do cordão: Especificado: 10 mm; encontrado: (11,4 x 11,1) mm		Aprovado
04-1		Mordedura	Aprovado
		Penetração	Reprovado
		Fusão	Aprovado
		Trincas	Aprovado
		Porosidade	Aprovado
	Perna do cordão: Especificado: 12 mm; encontrado: (10,4 x 8,6) mm		Reprovado
04-2		Mordedura	Aprovado
		Penetração	Aprovado
		Fusão	Reprovado
		Trincas	Reprovado
		Porosidade	Aprovado
	Perna do cordão: Especificado: 12 mm; encontrado: (9,55 x 12,6) mm		Reprovado

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste relatório foi mostrar a importância dos ensaios metalográficos no controle de qualidade e aprimorar os conhecimentos técnicos. Além das atividades realizadas ao longo do dia-a-dia, foi possível conciliar a atividade do estágio.

Com essa prática, foi possível desenvolver outras análises para as disciplinas cursadas, agregando maior conhecimento e podendo contribuir para o rendimento da aluna em sala de aula proporcionando assim novos desafios dentro da companhia bem como no âmbito acadêmico.

O setor de qualidade trouxe um vasto conhecimento deste a análise de projeto até o controle do processo, sendo de suma importância por parte da estagiária estar pronta para novos desafios e sempre buscando solucionar de forma ágil as tarefas.

Por fim fica o agradecimento a empresa AGCO Ibirubá por disponibilizar este tempo para aprendizado e ao IFRS pela grande qualidade de ensino que proporciona ao longo do curso.

5 REFERÊNCIAS

- Almendra, Carlos Antonio, et al. 2013.** *Soldagem*. São Paulo : SENAI-SP, 2013. ISBN 978-85-65418-68-3.
- CALLISTER Jr, William D. 2008.** *Ciência e engenharia dos Materiais: Uma introdução*. 7ª edição. Rio de Janeiro : LTC, 2008.
- CHIAVERINI, Vicente. 2002.** *Aços e Ferros Fundidos*. 7ª edição. São Paulo : ABM, 2002.
- COLPAERT, Hubertus. 2008.** *Metalografia dos processos siderúrgicos comuns*. 4ª edição. São Paulo : Edgard Blucher, 2008.
- Emílio, Wainer, Brandi , Sérgio Duarte e de Mello, Fábio Décourt Homem. 1992.** *Soldagem: processos e metalurgia*. São Paulo : Edgard Blücher LTDA, 1992.
- MSPC. 2009.** Informações Técnicas. *Ferros e Aços I-30: Tratamentos Térmicos*. [Online] 2009. [Citado em: 11 de Setembro de 2015.] <http://www.mspc.eng.br/ciemat/aco130.shtml>.
- NERIS, Manoel Messias. 2012.** *Soldagem. CETEC*. [Online] 2012. [Citado em: 14 de Novembro de 2015.] http://www.cpscetec.com.br/cpscetec/arquivos/apostila_soldagem.pdf.
- SHIGLEY, Joseph E., MISCHKE, Charles R. e BUDYNAS, Richard G. 2005.** *Projeto de Engenharia Mecânica*. Porto Alegre : Bookman, 2005. ISBN 978-85-363-0562-2.
- WAINER, Emilio, BRANDI, Sérgio Duarte e MELLO, Fábio D. Homem de. 2004.** *Soldagem: Processos e Metalurgia*. São Paulo : Blucher, 2004. ISBN 85-212-0238-5.
- NORMA AGCO. EPA01**