

PRODUÇÃO DE LETREIROS: COMPARATIVO ENTRE O AÇO INOX E CHAPA GALVANIZADA

Alexandre de Araujo Rodrigues (Faculdades Integradas de Cataguases - Fic/Unis)
alexandrerodrigueskta@gmail.com

Brenda Menezes Timóteo (Faculdades Integradas de Cataguases - Fic/Unis)
brendamenezes05@hotmail.com

Lavínia Montini (Faculdades Integradas de Cataguases - Fic/Unis)
laviniamontini@hotmail.com

Ézio Mishima (Faculdades integradas de Cataguases – Fic/Unis)
ezmishima@gmail.com

Resumo

O aço é fundamental dentre os principais quesitos para o desenvolvimento da sociedade. O foco deste artigo é equiparar as etapas de produção de letreiros, a partir do aço inoxidável e da chapa galvanizada. O seguinte trabalho foi elaborado através de pesquisas bibliográficas com a finalidade de desenvolver o tema abordado. Foi realizada uma visita técnica na empresa objeto de estudo para compreender o processo, desde a matéria prima até o produto final, apontando suas principais variáveis. Logo, verificou-se que os letreiros de chapa galvanizada têm uma maior demanda nesta empresa.

Palavras-Chaves: (Letreiros. Aço inoxidável. Chapa galvanizada. Comparativo.)

1. Introdução

Com o desenvolvimento da sociedade, o aço se tornou indispensável no mundo. Seu consumo cresce de acordo com a construção de novos edifícios, realização de obras públicas, instalação de meios de comunicação e produção de peças, ferramentas, entre outros. (AÇO BRASIL, 2015).

De acordo com a ABM, Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração (2008), na tecnologia moderna, os metais têm grande relevância devido, em grande parte, à relativa desenvoltura com que eles podem ser processados, com a intenção de atingir a forma pretendida, com propriedades monitoradas e a um custo semelhante à sua utilidade.

Segundo Silva (2011), o aço é o metal mais utilizado pela indústria, sendo obtido principalmente a partir da hematita (Fe_2O_3), que possui aproximadamente 70% de ferro e 30% de oxigênio. Na siderurgia, o minério de ferro sofre redução de seus óxidos, através de redutores, sendo na maior parte por combustíveis carbonosos.

Conforme a Aço Brasil (2015), o Brasil possui 29 usinas siderúrgicas em atividade, com produção de 33,9 milhões de toneladas de aço bruto em 2014, dando ao país o posto de 14º exportador mundial de aço e 9ª posição no ranking mundial de produção. Os principais setores

que utilizam o aço como matéria prima são a construção civil, automotiva, máquinas agrícolas e utilidades domésticas e comerciais.

Apesar de o tema ser de grande importância, o processo não é muito conhecido, o que motivou a escolha do mesmo, sendo baseado em um princípio de comparação. Outro fator foi a disponibilidade de acesso à empresa analisada.

A proposta deste trabalho é fazer um estudo comparativo entre o processo produtivo de letreiros de aço inoxidável e de chapa galvanizada, bem como suas abrangências.

Com relação ao assunto proposto, supõe-se que o processo produtivo de letreiros de aço inoxidável e de chapa galvanizada é semelhante. Porém, é importante destacar que letreiros de chapa galvanizada possuem diferenciais, que são o seu menor preço no mercado e sua versatilidade à personalização. Diante disto, presume-se que ele tenha uma maior demanda.

O seguinte estudo tem como objetivo retratar a relevância do aço, o procedimento de laminação realizado e discernir qual tipo de tratamento é feito, inoxidável ou galvanizado. Pretende-se, também, explicar o funcionamento da máquina de corte, descrevendo o processo, e elucidar a operação de dobramento. Além disso, será esclarecido o conceito de soldagem, enfatizando a solda branca e o de usinagem, abrangendo a limagem e o serramento. Propõe-se, ainda, demonstrar as etapas do processo de fabricação de letreiros, fazendo um comparativo entre o aço inoxidável e a chapa galvanizada, ressaltando a utilização e a demanda de ambos.

2. Materiais e métodos

Para o presente trabalho foram realizadas pesquisas bibliográficas, através de livros, revistas, artigos, sites acadêmicos e especializados, no período de Agosto a Outubro de 2015, tendo como objeto de estudo uma empresa, fabricante de letreiros, renomada da Zona da Mata Mineira. Foi feita uma visita técnica ao estabelecimento para o acompanhamento da fabricação dos letreiros, no dia 24 de Outubro de 2015. Por impossibilidade de fornecimento dos dados comerciais e pessoais da empresa, não foi possível a realização de uma pesquisa quantitativa. Sendo assim, a mesma foi baseada em fatores qualitativos.

2.1 Empresa objeto de estudo

A empresa usada como objeto de estudo possui mais de 35 anos de experiência dedicados à metalurgia. Localizada na cidade de Cataguases, Zona da Mata Mineira, tem como principal atividade a fabricação de letreiros, números e logotipos utilizando aço inoxidável e chapa de

galvanizada como principais matérias primas. Contando com uma equipe de 23 funcionários, a empresa atende não só a cidade onde está situada, como também outros estados brasileiros, satisfazendo as exigências dos clientes em relação à qualidade de seus produtos. A maior parte de seu mercado consumidor é constituída de cidades não litorâneas, possuindo uma maior demanda de letreiros de chapa galvanizada.

2.2 Laminação

Segundo a ABAL, Associação Brasileira do Alumínio (2015), laminação é um processo de conformação mecânica, a quente ou a frio, com o propósito de diminuir o segmento transversal do metal por compressão, através do deslocamento do mesmo entre dois cilindros girantes de ferro fundido ou aço.

Conforme Regone (2001), o processo a quente é utilizado, usualmente, para operações de desbaste. Por ser executada em altas temperaturas, a laminação a quente requer menores forças. Já que, quando aquecido, o material tem uma perda de resistência e também pela sua tendência de recristalização a altas temperaturas, contendo o avanço da resistência pela deformação. Após este processo, o material é resfriado, determinando suas propriedades mecânicas e sua microestrutura.

Segundo Oliveira (2009), o processo a frio tem a finalidade de produzir tiras e folhas com um acabamento eficaz e impecável controle dimensional. O encruamento, oriundo da redução a frio, pode ser empregado para conferir maior resistência ao produto acabado. Ela ocorre a temperaturas inferiores às de recristalização do produto. Os materiais de partida, geralmente, são provenientes de bobinas a quente decapadas.

2.3 Aço inoxidável

Segundo a ABINOX, Associação Brasileira do Aço Inox (2015), é denominado aço inoxidável os aços da família resistente à corrosão e ao calor, contendo no mínimo 10,5% de cromo, com composição química balanceada para ter uma melhor resistência à corrosão.

Suas principais famílias são os aços austeníticos, ferríticos, martensíticos, endurecíveis por precipitação e dúplex.

Conforme o Núcleo Inox (2011), o aço austenítico AISI 304 é composto por ligas metálicas não-magnéticas de ferro-cromo-níquel com um teor de carbono reduzido. Os aços mais utilizados têm 8% de níquel e 17% de cromo com uma ótima ductilidade, resistência,

conformabilidade e apresenta boa soldagem. O molibdênio é acrescentado em alguns aços austeníticos para elevar sua resistência contra a corrosão.

De acordo com Oliveira (2009), a corrosão é um oponente natural dos metais. Os aços comuns reagem com o oxigênio do ar causando a oxidação, ou seja, a corrosão, mais conhecida como ferrugem. O aço inox tem muitas vantagens, sendo, alta resistência à corrosão, facilidade de limpeza, resistência a altas temperaturas, acabamento superficial e formas variadas, baixo custo de manutenção e é reciclável. (ABINOX, 2015).

2.4 Chapas galvanizadas

Segundo Aguiar (2003), o processo de galvanização é utilizado para proteger um metal da corrosão, prolongando sua vida útil, através da aplicação de revestimento de zinco nas chapas. Este tipo de revestimento é utilizado em diversas aplicações, sendo empregado na construção civil, em instalações de distribuição de água, na indústria automobilística, em equipamentos de refrigeração, entre outras.

Conforme Ribeiro (2014), o processo de galvanização por imersão a quente tem como objetivo a formação de uma camada externa de zinco através da imersão da peça em um banho de zinco fundido.

Segundo Bastos (2008), a galvanização eletrolítica consiste na deposição do zinco em uma peça utilizando corrente elétrica. Esta deposição é realizada por meio da utilização de uma diferença de potencial entre o zinco, polo positivo, e a peça, polo negativo. Assim, o zinco ao se diluir em uma solução eletrolítica será orientado até a peça que se encontra ligada ao cátodo.

2.5 Corte a laser

Segundo Melo (2009), *laser* significa amplificação da luz pela emissão estimulada da radiação, em inglês, *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, onde um meio ativo tem os elétrons excitados gerando energia e emitindo radiação eletromagnética. No *laser* a gás, a energia é conduzida por espelhos refletores que a direcionam até um bocal de corte. Esses espelhos afunilam o raio *laser*, obtendo uma grande concentração de energia em um único ponto.

Segundo Gollman (2010), essa excitação de elétrons acontece dentro de uma câmara, onde dois eletrodos são ligados em uma fonte de alta tensão, criando um arco elétrico que aumenta a energia do gás, fazendo com que os elétrons dos átomos do gás mudem de nível orbital,

passando a girar em níveis mais externos. Assim, quando os elétrons voltam ao seu nível energético normal, essa energia extra é liberada em forma de fótons de luz.

2.6 Máquina trumpf trulaser 1030 (L22)

A Trulaser 1030 (L22) é uma máquina de corte a *laser* CNC, Comando Numérico Computadorizado, que, segundo Silveira (2007), é um equipamento que recebe toda informação geométrica e dimensional de uma peça e, através de impulsos elétricos, faz com que a máquina realize todos os movimentos de usinagem na sequência programada, sem intervenção do operador. A figura 1 mostra um modelo desta máquina.

Figura 1: Máquina Trulaser 1030 (L22)



Fonte: Produzido pelo autor (2015)

O arquivo do letreiro ou desenho é feito em um software CAD, que, de acordo com Araujo (2009), o CAD, *Computer Aided Design*, tem como base a utilização do computador para a elaboração e projeto de desenhos técnicos, sendo possível visualizar os mesmos antes de sua produção.

De acordo com a Trumpf (2015), o gás utilizado no corte é o nitrogênio, pois é um gás inerte e não reage com o metal fundido, auxiliando apenas no sopro desse material para baixo e na proteção contra o ar atmosférico. Assim, as bordas cortadas não apresentam sinais de óxido, dispensando o trabalho de acabamento da superfície cortada. O *laser* utiliza o princípio da ótica volante, onde a peça a ser usinada fica parada, enquanto o bocal de corte se move nos eixos X, Y e Z.

Segundo o Manual de Instruções Trumpf Trulaser 1030 L22 (2010), o *laser* é formado no canhão junto com um gerador de alta frequência. O gerador é composto por dois eletrodos alinhados em eixos concêntricos, que produzem o arco elétrico para geração do gás *laser*. A figura 2 demonstra a cabeça de corte da máquina.

Figura 2: Cabeça de corte da máquina Trulaser 1030



Fonte: TRUMPF. TruLaser 1030 (2015)

2.7 Dobramento

Segundo Filho (2007), o processo de dobramento é compreendido como a realização de pressão em uma chapa, tubo ou barra, de maneira a dobrar a peça ao redor da ferramenta adequada. As máquinas que efetuam esse tipo de atividade são denominadas dobradeiras. Primeiramente, as chapas passam pela guilhotina e logo após para a dobradeira.

2.8 Soldagem

Um processo que é muito utilizado na fabricação e recuperação de peças é a soldagem, que segundo Modenesi *et al* (2006), é um processo de união ou deposição de material sobre uma superfície, com o intuito de recuperar peças que foram desgastadas ou para formar outras com as características desejadas.

2.8.1 Solda branca

Conforme Madureira (2009), a solda branca, também conhecida como solda de estanho, é uma solda que tem como base o estanho, que, de acordo com Neto (2011) é um elemento da tabela periódica que vem do minério de cassiterita e possui elevada resistência à corrosão. Esse tipo de solda apresenta baixo ponto de fusão, possibilitando o uso de ferros de solda de baixa potência ou maçaricos de GLP.

2.9 Usinagem

Segundo Souza (2011), o conjunto de operações que dá forma, dimensão e acabamento a uma peça, através da remoção de material, é denominado usinagem. O excesso retirado é chamado

de cavaco, que é uma fração da peça usinada com formas geométricas irregulares eliminadas pela ferramenta de corte.

2.9.1 Serramento

Segundo Moreira (2011), serramento é uma operação de usinagem que utiliza uma ferramenta com várias arestas de corte, que realiza movimentos de corte e avanço. Pode ser realizada por serras alternativas, de fitas ou circulares. Na serra alternativa, também chamada de arco, a lâmina é presa ao arco utilizando-se uma morsa e um parafuso borboleta.

2.9.2 Limagem

De acordo com Souza (2011), limagem é um processo mecânico destinado a obtenção de qualquer superfície com o auxílio de ferramentas multicortantes de movimento contínuo ou alternativo. O processo contínuo se dá por lima de segmentos em formas de fita e o processo alternativo através de ferramentas manuais.

3. Resultados e discussões

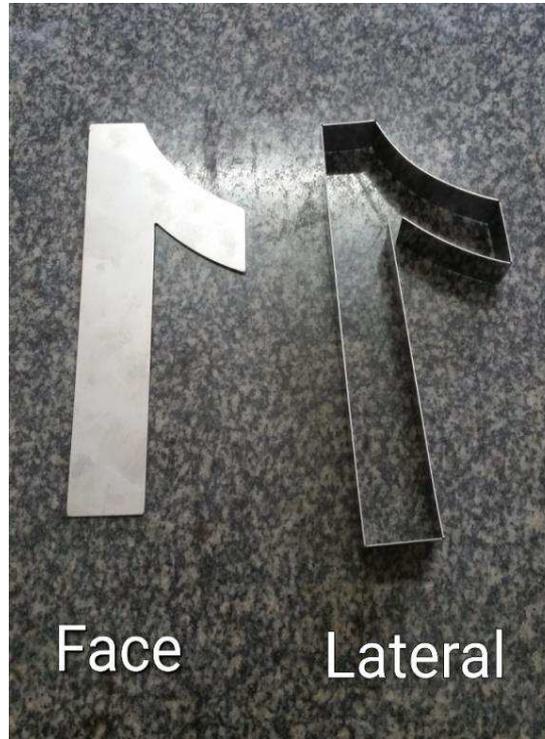
Durante a visita técnica realizada na empresa, foi feito o acompanhamento de todo o processo de fabricação dos letreiros.

Ele inicia-se com a chegada das matérias primas, aço inoxidável e chapa galvanizada, que, já vêm laminadas a frio, pois a empresa objeto de estudo não realiza este processo. O metal da chapa galvanizada é constituído de ferro e alumínio, revestido com zinco. O aço inoxidável utilizado é o AISI 304, que já chega revestido com uma película plástica para protegê-lo, diferentemente das chapas galvanizadas que dispensam este cuidado. O valor das matérias primas, com ambas medindo 1.00 x 2.00 m e 0,8 mm de espessura, possui uma grande diferença, pois chapas de aço AISI 304 custam em torno de R\$450,00 já as chapas galvanizadas R\$50,00.

Após a chegada da matéria prima, a empresa recebe do cliente a arte do letreiro, feita em formato CAD, juntamente com o tipo de material desejado. Logo após, o profissional que opera a Trulaser 1030 (L22), posiciona a chapa do material escolhido para que a máquina faça a leitura da arte e realize o corte. Após o corte, o material é levado para a área de marcação. Este setor é responsável pela delimitação das extremidades da lateral, utilizando-se a face das peças. A lateral é uma chapa com espessura menor que a da face, sendo que, sua altura pode variar de 1 a 20 cm, dependendo do pedido do cliente. De acordo com esta variação de altura,

podem ser realizados os processos de dobramento, de 4 a 20 cm, e serramento, de 1 a 3 cm. A figura 3 exemplifica a face e sua lateral marcada.

Figura 3: Exemplo de marcação, com lateral de 2 cm



Fonte: Produzido pelo autor (2015)

Depois de marcada, a peça segue para a soldagem. Sendo que, se a chapa for de aço inoxidável, usa-se o ácido fosfórico na superfície em que a solda será efetuada, pois, além de remover impurezas, como ferrugem, protege a área soldada da peça cromada. Já na chapa galvanizada, utiliza-se o ácido clorídrico, pois é mais indicado para superfícies zincadas. Após esta proteção, a lateral é fixada na face pela fundição do metal de adição, neste caso o estanho, através do aquecimento do ferro de solda por maçarico de gás GLP. Posteriormente, se a peça apresentar algum excesso de material ou rebarbas, ela é enviada para o setor de acabamento, para ser limada. Caso contrário, ela é conduzida diretamente para a embalagem.

Durante o processo descrito, compararam-se os dois materiais usados pela empresa, observando seus comportamentos em cada etapa. E, apesar de o processo ser bem semelhante, o aço inoxidável mostrou-se mais frágil, em relação à soldagem, que a chapa galvanizada, pois sua superfície pode apresentar queimas e manchas, ocasionadas pelo ferro de solda aquecido. Já na chapa galvanizada, essa condição não interfere no produto final, uma vez que esse tipo de material sempre será pintado ou personalizado pelo cliente. Diferentemente do aço inoxidável que não utiliza muito essa prática de pintura.

Verificou-se, também, que o aço inoxidável pode apresentar arranhões em sua superfície, devido aos processos de dobramento ou serramento, o que requer um cuidado maior do profissional.

Como analisado, a maior parte do mercado consumidor da empresa analisada é composta por cidades não litorâneas, caracterizando, além dos citados acima, outro fator que justifica a maior demanda dessa empresa ser letreiros de chapa galvanizada. Já que, em cidades litorâneas, o aço inoxidável é mais utilizado devido à corrosão causada pela maresia. E, segundo Zempulski e Zempulski (2007), o potencial de oxidação do zinco é +0,763 V e do cromo +0,74 V, ou seja, o cromo tende a proteger o aço mais que o zinco. Outra razão seria o menor preço da chapa galvanizada no mercado em relação ao aço inoxidável, visto que, o processo entre os dois é bastante semelhante e a matéria prima dos letreiros de aço inoxidável tem um valor superior ao de letreiros de chapa galvanizada.

4. Considerações finais

Neste trabalho apresentou-se a importância do aço na sociedade contemporânea, sua versatilidade, seu crescimento substancial na indústria brasileira e sua empregabilidade no ramo de comunicação visual.

O acompanhamento do processo, através da visita à empresa, mostrou-se significativo, sendo possível obter um melhor entendimento das etapas de fabricação de letreiros.

Constatou-se que, em relação às duas matérias primas usadas pela empresa, a chapa galvanizada obtém certas vantagens em relação ao aço inoxidável, visto que, esse material possui maior disponibilidade de personalização. Verificou-se, também, que as variáveis apresentadas durante o processo, tais como arranhões, manchas e queimas devido à solda, na chapa galvanizada, não comprometem o produto final, já no aço inoxidável sim. Além disso, o preço no mercado de letreiros de chapa galvanizada é menor que de aço inoxidável.

Outra razão que esclarece a maior demanda, nessa empresa, é que as cidades não litorâneas predominam em seu mercado consumidor. Então, apenas a menor parte deste mercado, visa o aço inoxidável, devido à grande resistência do cromo em relação à maresia.

REFERÊNCIAS

ABAL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. **Laminação**. Disponível em: <<http://www.abal.org.br/aluminio/processos-de-producao/laminacao/>>. Acesso em: 26 set. 2015.

- ABINOX. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO AÇO INOXIDÁVEL. **ABC do Aço Inox**. Disponível em: <<http://www.abinox.org.br/aco-inox-abc-do-aco-inox.php>>. Acesso em: 13 out. 2015.
- ABM. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA, MATERIAIS E MINERAÇÃO. **Estudo Prospectivo do Setor Siderúrgico**: NT Laminação. Brasília, 2008. 20 p.
- AÇO BRASIL. **O Aço**: História. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/aco/introducao.asp>>. Acesso em: 14 out. 2015.
- AÇO BRASIL. **Siderurgia no Brasil**: Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/aco/siderurgia-no-brasil--desenvolvimento.asp>>. Acesso em: 14 out. 2015.
- AGUIAR, Fábio Eliseu Cardoso de. **Estudo Eletroquímico da Corrosão em Chapas de Aço Galvanizado e Fosfatizado por Coil-coating**. Guaratinguetá: UNESP, 2003. 91 p. Dissertação (Mestrado).
- ARAÚJO, Marco Antônio. **Administração de Produção e Operações**: uma abordagem prática. Rio de Janeiro: Brasport, 2009. 389 p.
- BASTOS, Thiago Elias. **WEG Indústrias S.A. – Tintas**. Florianópolis: UFSC, 2008. 40 p. Relatório (Estágio Curricular).
- FILHO, Moacyr Paranhos. **Gestão da Produção Industrial**. 20 ed. Curitiba: Ibpe, 2007. p. 334-336.
- GOLLMANN, Paulo Fernando. **Aplicação do Processo de Corte a Laser com Ênfase no Fornecimento de Peças Livres de Óxidos**. Horizontina: FAHOR, 2010. (Trabalho de Conclusão de Curso).
- MADUREIRA, Marco Antônio. **Avaliação em Energia para Tomada de Decisão na Substituição das Soldas à Base de Estanho e Chumbo**. São Paulo: UNIP, 2009. 94 p. Dissertação (Programa de Pós-graduação).
- MANUAL DE INSTRUÇÕES TRULASER 1030 (L22). Edição 2010-12-01. Nº de documento B699.
- MELLO, Walter. **O Refinado Corte a Laser**. 56 ed. Siderurgia Brasil, 2009. Disponível em: <<http://guiadasiderurgia.com.br/novosb/links/1534-o-refinado-corte-a-laser--walter-mello>>. Acesso em: 02 out. 2015.
- MODENESI, Paulo et al. **Introdução aos Processos de Soldagem**. Belo Horizonte: UFMG, 2006. 51 p.
- MOREIRA, Maria Cristina. **Serramento do Aço ABNT 1045 Utilizando Serras Circulares com Insertos de Metal Duro e Cermet**. Belo Horizonte: UFMG, 2011. p. 3-4.
- NETO, Edson Aranha. **Solda Estanho-Chumbo Aplicações na Eletrônica**. Curitiba: UFPR, 2011. 6 p.
- NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO TÉCNICO MERCADOLÓGICO DO AÇO INOXIDÁVEL - NÚCLEO INOX. **Coletânea de Informações Técnicas – Aço Inoxidável: Aços Inoxidáveis – Noções Básicas**. São Paulo, 2011. 22 p.
- OLIVEIRA, Janaina da Costa Pereira Torres de. **Evolução da Microestrutura e da Textura durante a Laminação a Frio e a Recristalização de Alumínio com Diferentes Níveis de Pureza**. São Paulo, 2009. p. 62-63.
- OLIVEIRA, Raphael Guimarães. **Produção e reciclagem de aços inoxidáveis**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2009. 59 p. (Projeto final de curso).
- REGONE, William. **Simulação da Laminação a Quente de um Aço Livre de Intersticiais (IF) através de Ensaios de Torção**. São Carlos: UFSCAR, 2001. p. 32-36. (Programa de pós-graduação).
- RIBEIRO, Daniel Vêras et al. **Corrosão em Estruturas de Concreto Armado**: Teoria, controle e métodos de análise. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 272 p.
- SILVA, José Nazareno Santos. **Siderurgia**. Belém do Pará: IF, 2011. 110 p.

SILVEIRA, Ricardo César Alves. **Desenvolvimento de um Equipamento Mecânico com Controle Numérico Computadorizado para Produção de Protótipos em Escala**. Belo Horizonte, 2007. p. 51-52.

SOUZA, André João. **Processos de Fabricação por Usinagem**. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2011. 89 p.

TRUMPF. **Trulaser 1030**. Disponível em: <<http://www.br.trumpf.com/pt/produtos/maquinas-ferramenta/produtos/corte-a-laser-2-d/maquinas-de-corte-a-laser/trulaser-1030.html>>. Acesso em: 04 out. 2015.

ZEMPULSKI, Ladislau Nelson; ZEMPULSKI, Marina Fernanda Stocco. **Dossiê Técnico: Galvanização Eletrolítica**. Curitiba: TECPAR, 2007. 21 p.