

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO – USC

ADEMIR REIS DE OLIVEIRA

EMBALAGENS METÁLICAS Folha de Flandres e
Folha Cromada para fabricação de latas

Bauru - SP
Maio de 2007

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO – USC

ADEMIR REIS DE OLIVEIRA

EMBALAGENS METÁLICAS Folha de Flandres e
Folha Cromada para fabricação de latas

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Química, sob Orientação da Prof. Dr^a. Márcia Ap. Zeferino Garcia.

Bauru – SP
Maio de 2007

RESUMO

Este estudo, cujo tema, é “Latas de Aço, uma questão de sanidade” tem como proposta o estudo do Processo de Produção Básico da lata de aço, a partir da folha-de-flandres, desde o processamento do aço na siderurgia até finalmente esta tornar-se uma embalagem eficaz para o acondicionamento dos mais diversos conteúdos, sobretudo, os bebíveis e alimentícios, que necessitam, manter suas qualidades intocadas. Com relação ao meio-ambiente, o produto demonstra ser uma das melhores – senão a melhor – opção em termos de embalagem, já que esta, além de cumprir suas funções como protetora da saúde dos alimentos, ainda é uma parceira ecológica, que espera por um longo tempo até iniciar sua deterioração, dando a alguém, a chance de ser recolhida e reciclada, tantas vezes quanto for a vontade do homem.

Palavras chaves: embalagem metálica; folha-de-flandres; estanho; embalagem de aço; lata de aço.

ABSTRACT

This study, whose theme, is " Steel can, point of sanity" subject has as proposal the study of the Basic Process of Production of the steel can, starting from the tinplate, from the processing of the steel in the metallurgy until finally this to turn an effective packing for the packaging of most several contents, above all, the drinkable and nutritious, that need, to maintain their qualities intouched. Regarding the middle-atmosphere, the product demonstrates to be one of the best - except the best - option in packing terms, since this, besides accomplishing their functions as protecting of the health of the foods, she is still an ecological partner, that she waits for a long time until beginning the deterioration, giving to somebody, the chance of being collected and recycled, so many times as it is the man's will.

Keywords: metallic packing; tinplate; tin; steel packing; steel can.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
1 O MERCADO PARA A EMBALAGEM DE AÇO	6
2 PROCESSO PRODUTIVO DAS LATAS	8
2.1 Equipamentos utilizados para a produção.....	8
3 O PROCESSO SIDERURGICO	10
4 PROCESSOS DE ANTIOXIDAÇÃO DO AÇO	13
4.1 Cromo (Cr)	13
4.1.1. Cromação.....	14
4.1.2. Cromo Duro.....	14
4.2. Estanho	14
4.2.1. Características e aplicações do estanho	14
4.2.2. Viabilidade da redução de estanho nas latas de aço.	15
5. PROCESSO DE CORROSÃO DAS FOLHAS DE FLANDRES	17
6. RECICLAGEM DO AÇO	Erro! Indicador não definido.
CONCLUSÃO	20
REFERÊNCIAS	Erro! Indicador não definido.1

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo simplificado da produção de aço.....	12
Figura 2 - Processo de reciclagem do aço	19

INTRODUÇÃO

A idéia básica desta pesquisa é investigar o processo de produção das folhas de aço para fabricação de embalagens com a utilização deste metal. Sabe-se que para obtenção de uma embalagem que conserve a qualidade do produto, principalmente o alimentício, que precisa manter-se nutritivo, sem a adição de conservantes químicos, é preciso que esta seja fabricada dentro de determinados padrões e material base capaz de proteger o conteúdo contra a entrada da luz, do oxigênio e de micro organismos. O material usado na embalagem deve também proteger o conteúdo de intempéries e qualquer tipo de problema de mau armazenamento e de acidentes no transporte.

Posto isto, o objeto a ser enfatizado serão os processos químicos de estanhagem e cromagem pelos quais passam as folhas de aço que serão a matéria prima da produção das embalagens.

Outra abordagem, ainda no âmbito das embalagens é a investigação do processo de fabricação dessas embalagens – em forma de lata, principalmente aquelas que abrigam produtos alimentícios, os quais, a manutenção da qualidade nutricional é imperativa. Outro fator que faz com que a aplicabilidade do aço em embalagens seja bastante favorável é o fato de que este material é infinitamente reciclável e cem por cento degradável, favorecendo sensivelmente a manutenção do meio ambiente, na medida em que deixa de ser um entre tantos poluentes agressores da natureza.

Esta monografia toma de empréstimo dois estudos observatórios, efetuados em latas produzidas com folha-de-flandres, que acomodavam produtos diferentes, em tempos diferentes, para análise e comprovação da estanhagem.

1 O MERCADO PARA A EMBALAGEM DE AÇO

O mercado de embalagens produzidas em aço é responsável pelo consumo de um grande volume de folhas cromadas, nos últimos anos. As folhas de aço são adequadas à manufatura de grande diversidade de embalagens utilizadas nos mais variados segmentos do mercado consumidor. Tais folhas combinam inúmeras especificações, de acordo com as necessidades de cada mercado (alimentos, bebidas, tintas, etc.), variando, desde a composição química e espessura de bobinas e folhas até revestimentos com acabamentos especiais, potencializadores, tanto da conservação, quando da estética final da embalagem no ponto de venda.

O aço tem se apresentado como uma das opções mais requeridas no setor de embalagens. Para cada segmento há um processo de engenharia que transfere conhecimentos para a criação e utilização de tecnologia de manufatura, manuseio e fechamentos das embalagens, respeitando-se uma cadeia de produção que envolve, siderurgia, fabricante da embalagem, envasador, o atacadista e/ou varejista e o consumidor final.

São inúmeras as vantagens disponibilizadas no uso de embalagens de aço, uma delas é a inviolabilidade do conteúdo, que representa uma segurança enorme para o consumidor, garantindo-lhe a segurança de estarem consumindo um alimento, ou bebida, totalmente higienizado, sem penetração de luz, oxigênio e microorganismos, imperceptíveis a olho nu.

O atacadista, ou o varejista, também ganha, na medida em que não há perda de produto. Desde que respeitadas às instruções de transporte e armazenamento.

O aço funciona como uma barreira natural contra ações nocivas do meio ambiente, calor, frio, etc., permitindo que o produto mantenha-se sempre em condições de consumo por longos períodos. A embalagem de aço possui suas próprias barreiras físicas e químicas.

Há determinadas embalagens de aço que, devido ao seu sistema de esterilização, permite que, mesmo que o produto seja cozido (o caso de doces, feijoadas, feijão branco, dobradinha, molhos, etc.) dentro da embalagem, o mesmo conservará suas propriedades funcionais e nutricionais.

A embalagem produzida em aço proporciona um alto índice de esterilização, além de grande resistência às condições climáticas, de transporte e armazenagem. Possui a vantagem de não ser inflamável, e é cem por cento (100%) e infinitamente reciclável e degradável.

Ademais, todos os produtos embalados em aço dispensam conservantes químicos, devido ao sistema de autoclave, que se transforma em uma barreira física e química capaz de conservar por longo tempo, as propriedades nutritivas e o sabor dos alimentos hermeticamente fechados.

Tecnicamente, a embalagem de aço, é uma das melhores opções de acondicionamento de alimentos, além de outras infinidades de produtos. Suas qualidades, entre tantas, é o não desperdício e proteção adequada à integridade do conteúdo – tanto no transporte, quanto na comercialização.

É comum as pessoas apontarem os “enlatados” como sinônimos de má de alimentação. Evidentemente que o ideal é sempre uma alimentação preparada com produtos frescos e que as refeições sejam balanceadas. Todavia, nem – ou quase sempre – isso é possível, e tampouco é producente ou lógico.

2 PROCESSO PRODUTIVO DAS LATAS

As latas – seja qual for seu uso – são feita de folha-de-flandres, cujo processo obedece às seguintes etapas:

- Alimentação da matéria-prima;
- Desbobinamento;
- Litografia – aplicação de vernizes de proteção na superfície interna;
- Corte reto – para a lata;
- Corte em zig zag – para a tampa e o fundo da lata;
- Dobramento; e
- Soldagem.

2.1 Equipamentos utilizados para a produção.

- Alimentador de chapa;
- Alimentador de corpo de lata;
- Aplicador de composto termoplástico;
- Aplicador de vedante duplo;
- Aplicador de vedante simples;
- Aplicador de verniz na costura do corpo da lata;
- Codomeira;
- Colocadora de sobre-tampa metálica;
- Estampo de conformação de lata;
- Estampo de conformação de tampa de lata;

- Estampo de corte de lata;
- Formadora eletrossoldadora de corpo de lata.

No Brasil, a produção de latas metálicas é regulada pelo Ministério do desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e da Ciência e Tecnologia, conforme competência estabelecida no art. 87, § único, inciso II da Constituição Federal de 1988. Tal competência permite que o Ministério lance diretrizes para um adequado PPB (Processo Produtivo Básico), para acondicionamento de líquidos potáveis, que requer (para a fabricação na ZFM – Zona Franca de Manaus),:

O processo produtivo é regido também pela Associação Brasileira de Normas Técnicas e pela vigilância sanitária.

3 O PROCESSO SIDERURGICO

Todo o processo siderúrgico, apresentado pelo Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS), começa pelo encerramento da Idade do Bronze e início da Idade do Ferro. O fator que separava o homem do minério ferro era a dificuldade de se conseguir a quantidade necessária de calor para fundi-lo. Mas, essa dificuldade foi rompida e a fronteira entre o ferro e aço definiu-se no contexto da Revolução Industrial, com a invenção de fornos capazes de corrigir as impurezas do ferro, e ainda adicionar-lhes determinadas propriedades como: resistência ao desgaste, ao impacto e à corrosão, entre outras. Nesse período, o aço alcançou um custo baixo de produção e beneficiamento, tomou 90% (noventa por cento) do mercado de metais, consumidos pela civilização industrial, surgida com a Revolução Industrial.

O aço é composto de uma liga de ferro e carbono, segundo o IBS. O ferro é encontrado em toda a crosta terrestre, e o minério de ferro, de onde se extrai o aço é um óxido de ferro, misturado com areia fina.

O carbono também é um produto da natureza, podendo ser encontrado sob as mais diversas formas. Na siderurgia usa-se o carvão mineral ou o carvão vegetal, dependendo do caso.

Alerta-se que o carvão vegetal é extraído da madeira, própria à produção de carvão. Além da extração da madeira, que não deixa de ser uma agressão ao sistema ecológico, também é responsável pela emissão de gases poluentes na atmosfera, resultado da queima deste carvão.

O carvão tem papel duplo na fabricação do aço. Quando combustível, permite o alcance de altas temperaturas (+- 1.500°C), exatamente a graduação necessária à fusão do minério. Como redutor, se junta ao oxigênio que se desprende do minério, devido à alta temperatura, resultando na liberdade do ferro. Redução significa o processo de remoção do oxigênio do ferro, para que este possa ligar-se ao carbono. Essa redução ocorre no alto forno.

Antes de passarem para o alto forno, o minério e o carvão são preparados para maior rendimento e economia do processo. Nessa etapa o minério transforma-se em pelotas e o carvão é destilado, resultando no coque. Nessa etapa é possível extrair outros subprodutos carboquímicos.

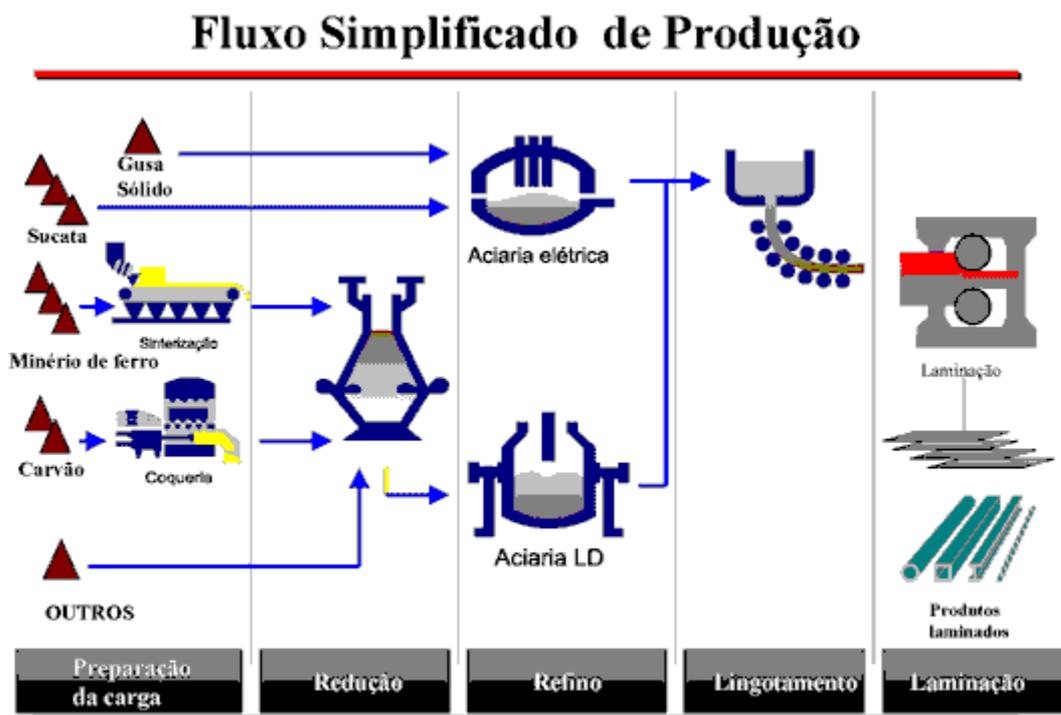
Ainda no processo de redução, o ferro se liquefaz, cujo resultado é o “ferro gusa” ou “ferro de primeira fusão”. Dessa redução sobram resíduos (impurezas), como calcário, sílica, etc., que é a matéria-prima usada na fabricação do cimento. Nada é perdido, até o que é “escória” é aproveitado para outros usos igualmente significantes, dentro de cada segmento industrial.

A etapa que se segue após a redução, é a de “refino”. O ferro – agora “ferro gusa” – vai para a aciaria. Nesse ponto o ferro está em estado líquido e pronto para ser transformado em aço, pelo processo de queima de impurezas e adições. O refino é obtido nos fornos de oxigênio ou fornos elétricos.

A terceira fase no processo de fabricação do aço é a laminação. A laminação acontece quando o aço ainda está em processo de solidificação, portanto, facilmente deformado mecanicamente e transformado em produtos siderúrgicos a serem utilizados pela indústria de transformação. A indústria transforma o aço em chapas grossas, chapas finas, bobinas, vergalhões, arames, perfilados, barras, e outras dezenas de formas.

Devido ao avanço tecnológico todas essas fases – redução, refino e laminação – estão tendo seu tempo de processo reduzido, proporcionando maior produtividade e maior economia no consumo de energia utilizada pelos fornos.

Em todo o mundo, segundo o Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS), o processo é o mesmo e classificam-se em: Integradas: compõe as três fases iniciais – redução, refino e laminação. Semi-integradas: operam na fase de refino e laminação, partindo do ferro gusa, ferro esponja ou sucata metálica para transformação.



Fonte: Instituto Brasileiro de Siderurgia

Figura 1 - Fluxo simplificado da produção de aço

4 PROCESSOS DE ANTIOXIDAÇÃO DO AÇO

As embalagens metálicas têm sido consideradas como a forma mais adequada para o acondicionamento industrial de alimentos, desde o século XIX. A folha-de-flandres (folha de aço) é revestida em ambas as faces com uma camada de estanho metálico e uma fina camada de compostos de óxido de cromo, e protegida por uma camada de óleo lubrificante. O uso do cromo e do estanho é tratado a seguir.

4.1 Cromo (Cr)

A resistência de um aço inoxidável à corrosão é resultado pela ocorrência natural de óxido de cromo (cromagem). Essa película – extremamente fina e invisível – adere no metal. Quando esta película é quebrada pela abrasão, a reparação é automática e natural na presença de oxigênio.

Os aços inoxidáveis, ou popularmente conhecidos como “inox” são metais que passaram pelo processo de antioxidação, cujo elemento mais importante é o Cromo (Cr). Determinadas peças – o alicate de cutícula, por exemplo – exige uma quantidade maior de cromo e de carbono. São os chamados aços martensíticos. O carbono é responsável pela dureza do aço da peça.

O cromo, a princípio, parece ser um elemento mágico, no sentido de criar características especiais ao aço, transformando-o em metal nobre. Se usado em quantidade moderada (0,8 a 1,25%) retarda a oxidação e a ação da corrosão, pois permitem uma maior resistência à ação de agentes externos, como ácidos e demais elementos químicos que possam manchá-lo. Se a quantidade for maior (mais de 4%) aumentará a resistência à abrasão. Se a quantidade de cromo ultrapassar 11% a resistência a manchas e à oxidação será consideravelmente aumentada.

4.1.1. Cromação

São camadas de cromo a partir do trióxido de cromo. A cromação decorativa destaca-se à sua dureza, resistência a corrosão e ao desgaste, obtidas na prática através de camadas de cromo mais espessas (cromo duro).

4.1.2. Cromo Duro

É um revestimento com alta dureza e elevada resistência ao desgaste. O elemento químico Cromo [Cr] é depositado eletroliticamente sob a forma metálica a partir de eletrólitos aquosos, gerando camadas normalmente microfissuradas e com dureza de 600 a 1400 HV (dureza Vickers), sendo que a faixa do cromo brilhante, a mais empregada, situa-se entre 900 a 1100 HV (dureza Vickers).

4.2. Estanho

O óxido estanho (SnO_2), por sua vez, é encontrado nos minérios, sobretudo, na cassiterita, extraído por redução com carbono. Este metal é usado em camadas de proteção das chapas de aço, além de outras utilidades, como coadjuvante em ligas. As latas – tema deste estudo – ocupam 63% de estanho, principalmente nas embalagens de alimentos (o estanho é utilizado como liga).

4.2.1. Características e aplicações do estanho

O estanho metálico é resultado do processo de fundição e refino da cassiterita, que é o minério de estanho. Suas principais características são: baixo ponto de fusão (232°C); facilidade de difusão no ferro cobre e outros metais; resistência à oxidação; atoxidade (não contamina o meio ambiente).

Sua maior aplicabilidade está exatamente nos revestimentos de chapas de aço – a chamada folha-de-flandres – para a indústria de embalagens (latas) e conservas alimentícias. Esse revestimento ocorre pela imersão a quente, chamado “banho de estanho”, ou pelo processo de deposição eletrolítica de sais de estanho (Estanato de Sódio e outros).

A presença do estanho no processo produtivo de latas de aço ocorre de duas maneiras: como estanho metálico ou em camadas de estanho metálico e de liga (FeSn_2), dependendo da especificação (SARON e GATTI, 1999).

4.2.2. Viabilidade da redução de estanho nas latas de aço.

Estudos já foram realizados constatando a viabilidade da redução da camada de estanho aplicada na folha-de-flandres, quando esta é usada para o acondicionamento de produtos alimentícios ácidos. Exemplo disso é o estudo de FARIA (2000) que observou o estado do palmito acondicionado em latas com diferentes camadas nominais de estanho, permitidas pela legislação.

O estudo de DANTAS (2007) concluiu que, além do revestimento de estanho, a película e a qualidade do verniz aplicado são decisivas para identificação dos mecanismos e da velocidade do processo de interação entre lata e produto.

Os resultados mostraram que a lata com menor estanhagem apresentou um melhor desempenho na dissolução do ferro, em relação às latas de maior estanhagem. Esse episódio foi relacionado à insuficiência protetiva da costura lateral pelo verniz, o que permitiu a exposição excessiva do aço. Assim, o menor revestimento de estanho em folhas-de-flandres é possível, desde que se garanta proteção eficiente na costura de eletrossolda.

Atualmente, a regulamentação do uso de folha-de-flandres com envernizamento interno para o processo produtivo de latas de aço, é feita pela Portaria nº. 28/96. Essa portaria harmoniza todas as demais legislações nacionais e do MERCOSUL. O uso de uma menor quantidade de estanho, só poderá ser aceito se houver autorização prévia da autoridade competente. No caso, a Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (BRASIL, 2006).

A possibilidade da redução da camada de estanho nas latas produzidas com folhas-de-flandres foi apresentada no estudo de SARON *et al* (2006), cujo objeto de observação foram três latas fabricadas com o material acima especificado com 2,0g de Sn/m² na face interna. Normalmente, as latas sofrem uma camada de estanho de 2,8 g/ m². Esse mínimo é imposto pela legislação brasileira.

As três peças foram observadas em prateleiras, durante 360 (trezentos e sessenta) dias, acomodadas a uma temperatura de 25 a 35°C. Ao final desse período verificou-se que com essa quantidade de estanho (menor que a requerida pela legislação) o produto apresentou desempenho satisfatório, ou seja, manteve-se as características sensoriais e nutricionais do conteúdo.

5. PROCESSO DE CORROSÃO DAS FOLHAS DE FLANDRES

Corrosão é um fenômeno que consiste numa reação eletroquímica entre os metais e componentes do meio envolvente, na presença de umidade e oxigênio. Trata-se de uma reação de oxidação-redução: a oxidação corresponde a uma perda de elétrons e a redução corresponde a um ganho. O metal que cede elétrons (ânodo) deixa a rede cristalina sob a forma de íon positivo passando para o meio, degradando-se. O outro eletrodo que apresenta uma falta relativa de elétrons (cátodo), os aceita e à sua superfície ocorre a reação de redução. A base de todo o fenômeno de corrosão é a heterogeneidade física e química.

É conveniente recordar que a folha-de-flandres é um material constituído por aço com fraco teor de carbono e de elementos diversos (manganês, fósforo, enxofre, etc.) revestido nas duas faces por uma camada de estanho de espessura muito fina.

Em presença de um eletrólito, na pilha galvânica assim formada, o estanho constitui na maioria dos casos o ânodo, devido ao forte poder complexante que a maioria dos meios alimentícios ácidos exerce sobre os íons de estanho. O aço comporta-se como cátodo e ele é responsável pela libertação de hidrogênio. A corrosão de estanho assegura assim a proteção catódica do aço. A taxa da reação de corrosão depende muito da composição do meio: a presença de ácidos e sais, por exemplo, acelera muito a reação. Depende também da solubilidade dos compostos formados e da taxa de remoção destes compostos da superfície do metal. Outros fatores que influenciam a corrosão são: despolarizantes anódicos (agentes complexantes do Sn^{2+} tais como ácido oxálico e taninos), despolarizantes catódicos (O_2 , SO_2 , NO_3^- , H^+), produtos fito sanitários, a temperatura, a relação área/volume da embalagem e a presença/tipo de verniz

6. RECICLAGEM DO AÇO

A reciclagem do aço é um processo que segue em paralelo com a própria história do metal. Quando ele é reciclado não perde nenhuma de suas propriedades, tais como, a dureza, a resistência e a versatilidade. Todas as latas que, depois de utilizadas, são jogadas no lixo, retornam ao mercado em forma de novas latas, ou em outros utensílios, como arames. Partes de automóvel, dobradiças, maçanetas, talheres, etc.

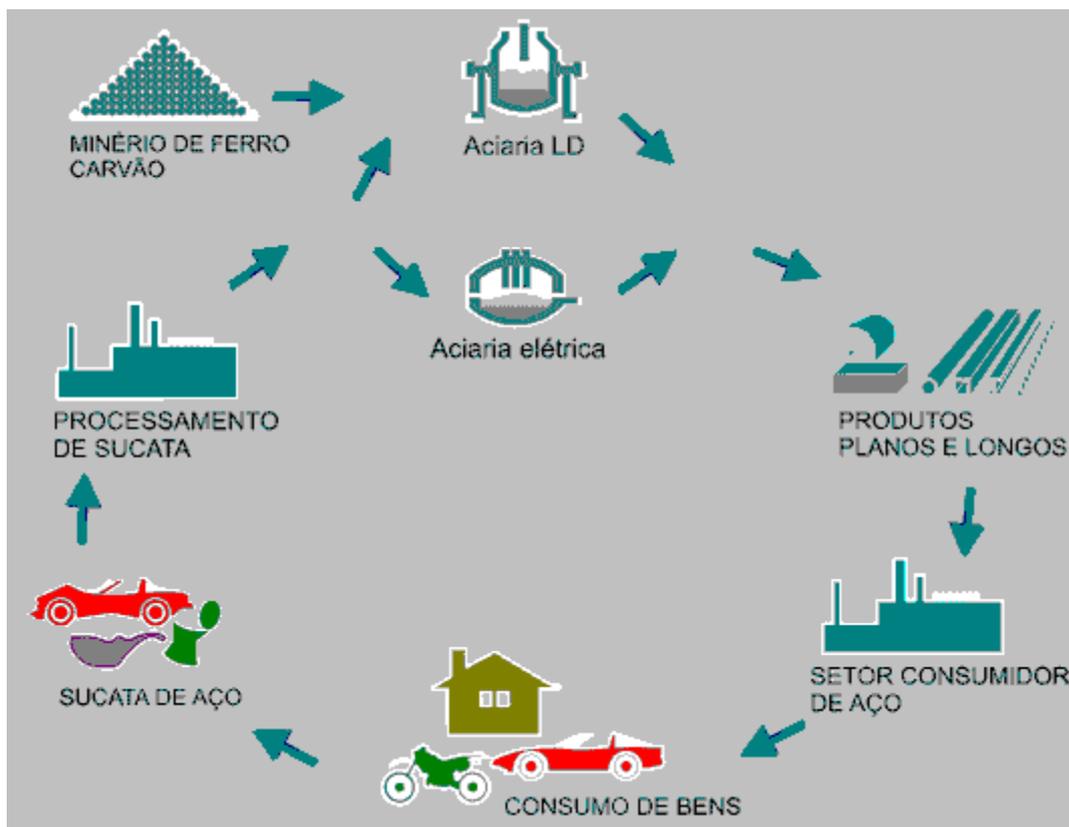
Quando essas latas usadas são recolhidas do lixo e vão para as reciclagens, estas são pensadas para aumentar a densidades e com isso viabilizar o transporte das mesmas. Dessa forma elas são entregues às indústrias siderúrgicas para transformarem-se em folhas de flandres ou tarugos.

Segundo a Associação Brasileira de Embalagem de Aço(2007) as latas lançadas na natureza levam cerca de três para iniciarem o processo de oxidação, transformando-se em óxido ou hidróxidos de ferro. Se recuperadas antes disso, a sua reciclagem é infinita.

De acordo com DANTAS (2007), química industrial do IPT, as embalagens de aço – apesar de não haver nenhum estudo comparativo definitivo – mas os dados atuais indicam, que há uma media de cem anos entre o tempo de degradação entre a lata de aço e a lata de alumínio. O tempo de início da degradação, segundo a química, varia de cinco a dez anos.

O único estudo efetivo é o realizado pelo próprio IPT, com bisnagas de alumínio, onde se detectou a degradação da ordem de 1micrometro/ano em aterro sanitário (DANTAS, 2007).

Segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA EMBALAGEM DE AÇO (2007) , reunindo tudo que contém aço, como carros, eletrodomésticos, resíduos de construção civil, mais as embalagens de aço, o Brasil recicla cerca de setenta por cento (70%) de todo o aço produzido anualmente.



Fonte: ABEAÇO (Associação Brasileira de Embalagem de Aço)

Figura 2 - Processo de reciclagem do aço

CONCLUSÃO

A embalagem metálica, desde que obedecidas as normas para o processo produtivo básico, têm-se apresentado, desde o século XIX, um dos melhores e mais eficazes invólucros para alimentos e para bebidas, nutricionais ou não. Bebidas nutricionais são os sucos de frutas, água de coco e outras são cervejas e refrigerantes.

A estanhagem apresentou-se como uma propriedade básica na conservação dos conteúdos acomodados pelas latas produzidas a partir da folha-de-flandres.

A quantidade de aplicação de estanho nas latas, regulada por legislação, tem provado sua eficácia na conservação dos alimentos, em todos os sentidos, sejam quais forem as situações climáticas e de armazenamento, aos quais as latas estejam expostas. Todavia, dois estudos mostraram que a redução na quantidade desta camada de estanho mantém as mesmas qualidades asseguradas pela quantidade aprovada e regulada pela legislação nacional e pelo MERCOSUL, o que acarreta um ganho significativo no Processo Produtivo, já que esta diferença é de $0,8 \text{ Sn/m}^2$.

Bastante significativo também é a relação que a lata metálica tem com o meio-ambiente. O fato desta, iniciar seu período de deterioração a partir de cinco anos proporciona um tempo suficiente para que esta seja recolhida e reciclada, já que possui valor monetário no mercado de reciclagem. Uma característica interessante da lata de aço é que além de ser infinitamente reciclável, ela é totalmente reaproveitável em todos os ciclos de reciclagem.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA EMBALAGEM DE AÇO. **Processo de Reciclagem do Aço**. Disponível em: <<http://www.abeaco.org.br> > acessado em 11/04/2007

BRASIL. Ministério da Saúde – Serviço de Vigilância Sanitária. **Portaria n.28, de 18 de março de 1996**. Aprova o regulamento técnico sobre disposições gerais de embalagens e equipamentos metálicos em contato com alimentos. DOU, Brasília – DF. 25.MAR.1996, V.55. Seção I, p.4692-4693.

BRASIL. **Portaria Interministerial MDIC/MCT nº. 77, de 25.04.2002** Publicado no DOU de 26/04/2002, Seção I, Pág. 105

DANTAS, M. L. S. **Degradação de embalagens e sua interação com o meio ambiente**. Disponível em: <http://www.ipt.br/atividades/servios/chat/?ARQ=49>. Acessado em: 12.04.2007.

FARIA, E.V. **Avaliação do desempenho de latas de folha-de-flandres por meio de espectroscopias de impedância eletroquímica e do acompanhamento da estocagem de palmito pupunha (*Bactris galspaes*), 2000**. Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

GAZINHA, L. **Guia dos principais aços destinados à cutelaria**. Disponível em: <<http://www.knifeco.ppg.Br/aços.htm>>. Acessado em 11.04.2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE SIDERURGIA. **Aço e Siderurgia. Processo Siderúrgico**. Disponível em: <<http://www.ibs.org.br/siderurgiaprocessosiderurgico.asp>>. Acessado em: 12.04.2007.

SARON, E. Sagantini, DANTAS, S. T., KIYATAKA, P. H. M.; MENEZES, H. C.; SOARES, B. M. C. **“Validade de redução da camada de estanho em latas de aço para suco de maracujá pronto para beber”**. **Brazilian Journal of Food Technology** . v.9. n.4, out-dez.2006 pp.283-290.

SARON, E.S; GATTI, J.A.B. **Materiais metálicos utilizados na fabricação de embalagens para alimentos e bebidas**. In: SARON, ES; GATTI, JAB; DANTAS.ST. **Embalagens metálicas e a sua interação com alimentos e bebidas**. Campinas: CETEA/VITAL, 1999.