

Introdução

O segmento de embalagens é disputado de forma acirrada por várias indústrias, dentre as quais podemos citar: Siderurgia, Alumínio, Petroquímica, Papel e Celulose e Vidro. A disputa ocorre no setor de alimentos, bebidas, tintas e vernizes e outros. Os dois primeiros segmentos - siderurgia e alumínio - representam o que chamamos de embalagens metálicas.

Na década de sessenta as latas de duas peças feitas de alumínio foram introduzidas no mercado mundial. Mas, apesar de sua praticidade, houve grandes dificuldades neste período inicial. Tais dificuldades eram atribuídas a alguns fatores: alto custo do alumínio, a qualidade não uniforme do material e o equipamento não confiável para fabricação de latas, o que causou uma certa desconfiança das indústrias de bebidas carbonatadas. Essas dificuldades só foram sendo contornadas com o passar dos anos, até que, nos anos setenta, a consolidação das latas de alumínio no mercado foi obtida. As condições favoráveis à lata de alumínio eram tantas nesta época que nem mesmo a crise energética que abalou os Estados Unidos foi suficiente para derrubá-la. Foi feito então um acordo onde era estabelecido, que o fornecimento de energia para as indústrias de alumínio que faziam latas de duas peças era de baixo preço e longo prazo, pois era uma indústria de elevada demanda.

Porém, essa fase da lata de duas peças de alumínio começou a se desfazer no início da década de oitenta, devido ao alto preço cobrado pelas indústrias energéticas, as indústrias de alumínio resolveram procurar outras locações, em países onde a energia era farta e barata, para instalar suas fábricas.

E foi nesse período de dificuldade para os fabricantes de latas de duas peças de alumínio que surgiu a idéia e a possibilidade de se fazer a mesma lata de duas peças, com aço. Este novo produto da indústria siderúrgica foi chamado de aço DWI (*Draw and Wall Ironing*).

Testes de fabricação mostraram que este tipo de aço deveria ser bem mais limpo internamente que o resultante nos processos de refino tradicionais (Aciaria

LD), e para tanto desenvolveram o processo de metalurgia de panela e refino secundário.

Além disso, verificou-se que devido ao processo de estampagem sofrido e ao afinamento da parede da lata, as propriedades mecânicas do aço deveriam ser adequadas e controladas para atender a fabricação. Composições químicas mais “especificações mais estreitas”, controle das temperaturas de processo na laminação a quente, taxas de redução a frio adequadas, controle do ciclo de recozimento e passe adequado de encruamento são vitais para garantia da fabricação e bom uso do produto.

Outro fator observado pelos pesquisadores era a importância do **controle de espessura** deste material, já que as deformações sofridas no processo de fabricação mostraram que variações de espessuras, ou seja, tiras mais finas outra vez mais grossas comprometiam a fabricação do produto. Para tal foram desenvolvidos **laminadores de tiras a frio** com maior **precisão de espessura**, baseados em controle automático em feedback com leitura a raio-X em todas as cadeiras de laminação.

No Brasil, a única empresa que tinha capacidade de produção para este mercado era a **CSN**; que para tal fez investimentos em sua Aciaria, adquirindo equipamentos e tecnologia de processo, que eram requisitos necessários para fabricação de aços de alto grau de pureza como o DWI e os aços IF. Nos anos de 1999 e 2000 a CSN deu início à fabricação de aços DWI. Acreditava-se que os investimentos feitos na Aciaria seriam suficientes para a fabricação deste produto na empresa. Os primeiros lotes enviados ao único cliente nacional, a companhia **Metalic do Nordeste S.A.**, apresentaram resultados razoáveis, mas inferiores em qualidade quando comparados aos fornecidos pela **POSCO** (Coréia) e **Thyssen** (Alemanha). O defeito **variação de espessura** do aço mostrou ser o maior causador de problemas na confecção das latas.

O processo de fabricação de lata de duas peças inclui diversas etapas, conforme mostrado na figura 1.1. A figura A1.1 (anexo) mostra (04) estágios de conformação da lata e o percentual de redução da parede da mesma, esta redução é bastante severa, o que exige do produto uma considerável uniformidade dimensional. **Nesta etapa do processo problemas de variação da espessura para menos em relação ao valor alvo, podem provocar falta de material**

durante o embutimento gerando lata curta, variações acima do valor alvo conduzem a excesso de material gerando latas de maior comprimento.

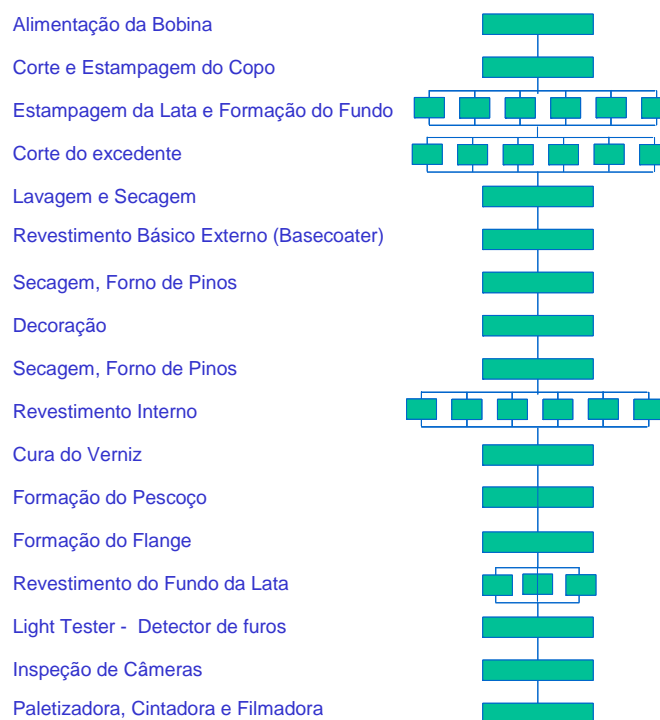


Figura 1.1 – Etapas do processo de fabricação de latas de duas peças
(Fonte -CIA Mettalic)

1.1

Descrição do Problema

A perfeita fabricação de uma lata de duas peças depende de diversas variáveis, sendo de suma importância à variação de espessura ao longo da bobina. A tolerância de espessura se torna crítica especialmente na etapa determinada como *bodymaker*. Nesta etapa as paredes do copo são estiradas, o diâmetro e a espessura da lata são reduzidos até atingir as medidas especificadas, formando o corpo da lata (figura 1.2).

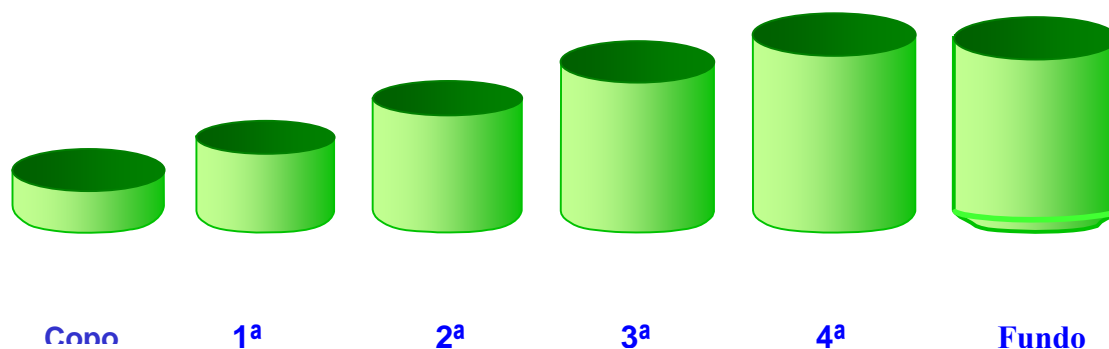


Figura 1.2 – Seqüência de formação do corpo da lata
(fonte - CIA Mettalic)

Os problemas apresentados em materiais com variação de espessura são notados logo após as etapas de produção na *bodymaker* figura 2 (anexo). Caso o material esteja com espessura abaixo do mínimo de especificação a parede da lata fica com altura menor que o necessário para corte na *trimmer*; desqualificando a lata. Caso a chapa apresente espessura acima do limite máximo de especificação observa-se a formação de uma parede muito alta; havendo o travamento da linha, que tem uma altura máxima de passagem referente ao limite máximo de especificação. Variações de espessura bruscas para mais e para menos em relação ao nominal podem provocar um lado da lata com sobra e o outro lado com falta de material.

Após cinco anos de atendimento ao cliente, fabricante de latas de duas peças em aço, com espessura ofertada de 0,276mm, com tolerâncias de $\pm 1,8\%$, era preciso reduzir a espessura da lata. A redução tornaria o produto mais leve, compatível com peso das latas em alumínio (28g) e tornando o produto em aço mais competitivo. A espessura proposta foi de 0,248mm com tolerâncias inferiores a 1% na variação da espessura. Diante deste novo desafio várias perguntas foram de imediato lançadas: Será necessário fazer investimentos no laminador de tiras a frio? Qual será o volume de investimento necessário? Em quanto tempo este investimento trará o retorno?

1.2

Objetivos

Com a utilização de ferramentas avançadas e conhecimento do processo, promovendo a integração da engenharia de processos e da experiência prática dos operadores, foi possível aplicar a técnica de planejamento de experimentos buscando:

1º - Identificar, dentre as variáveis controláveis, quais têm mais influência na variação da espessura.

2º - Identificar os efeitos das interações entre variáveis

3º - Definir através de um modelo, uma faixa ótima de trabalho para as variáveis em questão.

4º - Se possível, aplicar cartas de controle para as variáveis controláveis do processo

1.3

Motivação

A grande motivação para que se desenvolva esta dissertação está no fato que investimentos na indústria de aço são extremamente elevados, pois implicam na aquisição de equipamentos pesados com tecnologia de última geração. Isto leva a que os saltos tecnológicos neste ramo da indústria sejam feitos a médio e longo prazo, de forma que não acompanha as também crescentes exigências das indústrias dos bens de consumo que são clientes dela.

Diante deste quadro, dominar o processo de fabricação do aço pode ser um diferencial competitivo entre indústrias que não tenham a tecnologia de ponta, podendo levá-las até mesmo a superar outras que tenham investido em tecnologia de equipamento, mas cujos seus técnicos não explorem profundamente o binômio processo/equipamento para extrair dele todo seu potencial.

A linha de processo que serve de laboratório aos experimentos apresentados nesta dissertação teve seu último estágio de aporte tecnológico concluído em 1984 e desde então passou somente por um processo de atualização tecnológica, voltado apenas para os medidores de espessura, em 1999, sendo esta

medida necessária, porém insuficiente para atender aos crescentes níveis de qualidade exigidos pelos clientes.

O êxito nos experimentos e o maior domínio do processo decorrente disto levarão a uma maior competitividade do produto laminado a frio para as embalagens em questão, sem maiores investimentos em tecnologia de equipamentos.