

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG

ENGENHARIA MECÂNICA

CELSO LUIS CARVALHO JÚNIOR

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo de otimização da aplicação de verniz interno em latas de alumínio para equalização e redução do consumo de verniz das máquinas *Inside Spray*

Varginha
2011

FEPESMIG

CELSO LUIS CARVALHO JÚNIOR

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo de otimização da aplicação de verniz interno em latas de alumínio para equalização e redução do consumo de verniz das máquinas *Inside Spray*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG, como pré-requisito para obtenção do grau de Engenheiro Mecânico, sob orientação do prof. Alexandre Oliveira Lopes.

Varginha
2011

FEPESMIG

CELSO LUIS CARVALHO JÚNIOR

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo de otimização da aplicação de verniz interno em latas de alumínio para equalização e redução do consumo de verniz das máquinas *Inside Spray*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG, como pré-requisito para obtenção do grau de Engenheiro Mecânico, sob orientação do prof. Alexandre Oliveira Lopes.

Aprovado em / /


Prof. Ms. Alexandre Oliveira Lopes


Prof. Luiz Carlos Vieira Mendes

Prof.

OBS:

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pela sabedoria e força dadas durante todo o curso de engenharia e a minha família, pelo apoio moral, paciência e incentivo nesta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me ajudaram a elaborar este trabalho, principalmente aos companheiros de trabalho e aos professores pelo conhecimento transmitido durante o curso de engenharia mecânica.

“A persistência é o menor caminho do êxito”.

Charles Chaplin

RESUMO

Este trabalho é um estudo sobre a otimização do processo de aplicação de verniz interno na lata de alumínio. O verniz interno tem função de proteger a lata contra corrosão, reduzindo o metal exposto e garantindo segurança do consumo. Assim será abordada a aplicação deste material, com relação a sua eficiência, causas e as variáveis que influenciam na sua utilização correta. Os conceitos básicos deste tipo de aplicação, juntamente com suas vantagens e as características do sistema também serão abordados. Os estudos teóricos do *benchmarking* auxiliaram no projeto para que a melhoria e a otimização realizada alcance o objetivo imposto por este trabalho. Assim através de estudos o trabalho possibilitará um ajuste que tem como objetivo comparar aplicação de verniz interno em máquinas *Inside Spray* semelhantes auxiliando na otimização da aplicação, chegando a conclusão que é possível equalizar as máquinas, melhorando a qualidade da lata de alumínio, reduzindo o consumo e o custo do verniz sem deixar de atender os limites do padrão de produção e do consumidor.

Palavra chave: Otimização e equalização do *Inside Spray*

ABSTRACT

This work is a study on the optimization of the varnish application procedure at the aluminum can. The varnish has a function built to protect the can from corrosion, reducing the exposed metal and ensuring consumer safety. So the application will be discussed this material with respect to their efficiency, causes and variables that influence their correct use. The basic concepts of this type of application, along with its advantages and features of these tem will also be discussed. Theoretical studies aided in the benchmarking project for the improvement and optimization performed to reach the go imposed by this work. As studying the work will allow an adjustment that is to compare internal varnishing machines Inside Spray similar help in the optimization of the application, reaching the conclusion that it is possible to equalize the machines, improving the quality of aluminum cans, reducing consumption and the cost of the varnish while taking into account the limits of the pattern of production and the consumer.

Keyword: *Optimization and equalization Inside Spray*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 01 - Esquema geral do processo produtivo | 26 |
| Figura 02 - Máquinas <i>Inside Spray</i> em Pouso Alegre | 28 |
| Figura 03 - Aplicação de verniz com obstrução e sem obstrução | 32 |
| Figura 04 - Braço articulado..... | 33 |
| Figura 05 - Ajuste da posição do leque de verniz..... | 33 |
| Figura 06 - Ângulo das pistolas..... | 34 |
| Figura 07 - Efeito da rotação na distribuição da camada | 35 |
| Figura 08 - Metal exposto na lata de alumínio | 39 |
| Figura 09 - Botão acionado parando a máquina | 41 |
| Figura 10 - Retirada da coifa de exaustão para manuseio das pistolas..... | 42 |
| Figura 11 - Gabarito da 1ª pistola para ajuste | 42 |
| Figura 12 - Posicionamento dos gabaritos das pistolas na estrela de transferência..... | 43 |
| Figura 13 - Fuso para nivelar as pistolas | 44 |
| Figura 14 - Medidor de nivelamento acusando exatamente 0°, pistola nivelada..... | 44 |
| Figura 15 - Fuso de ajuste de distância do bico da pistola com a lata..... | 45 |
| Figura 16 - Destaque para régua milimétrica fixada sobre o fuso para ajuste da distancia..... | 46 |
| Figura 17 - Ajuste do Ângulo da pistola a partir da régua de referencia..... | 46 |
| Figura 18 - Fuso para ajuste da altura no eixo vertical da pistola. | 47 |
| Figura 19 - Régua vertical em questão e as demais régua com seus pontos de fixação | 48 |
| Figura 20 - Pistolas ajustadas no centro dos gabaritos | 48 |
| Figura 21 - Molde de aço fixado na ponta do bico para nivelamento do mesmo..... | 49 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 01 - Médias dos pesos de verniz no início deste ano com desvio padrão e <i>PPK</i> | 50 |
| Tabela 02 - Dados médios das medições do peso da lata com verniz em Janeiro..... | 51 |
| Tabela 03 - Média do metal exposto no início do ano..... | 54 |
| Tabela 04 - Medições na máquina 13 nas primeiras semanas de Janeiro..... | 55 |
| Tabela 05 - Valores médios do peso do verniz por lata após ajustes das máquinas..... | 56 |
| Tabela 06 - Medições do peso de verniz da máquina 13 após ajustes..... | 57 |
| Tabela 07 - Médias do peso de verniz das máquinas após equalização | 58 |
| Tabela 08 - Média do metal exposto após ajustes | 59 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|--|----|
| IBO – <i>Inside Back Oven</i> | 14 |
| Marks – Marcas | 17 |
| Bench – Bancos | 17 |
| RTSC – Railway Technology Strategy Center..... | 23 |
| IBM – International Business Machines | 23 |
| AT&T –Netware Connect Services..... | 23 |
| RPM – Rotações por minuto | 31 |
| MS – Milissegundos | 31 |
| GNA – Gás Natural Adsorvido | 37 |
| GLP – Gás Liquefeito de Petróleo..... | 37 |
| MA – Miliamper..... | 38 |
| <i>Oz – Ounce.</i> | 40 |
| LSE – Limite Superior Especificado | 40 |
| LIE – Limite Inferior Especificado. | 40 |
| <i>QAS</i> – Quality Assesure Security..... | 40 |
| <i>PPK</i> – <i>Per Packet Key</i> | 40 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 01 - $PPK < 1$ | 53 |
| Gráfico 02 - $PPK > 1$ | 53 |
| Gráfico 03 - $PPK = 1$ | 53 |
| Gráfico 04 - Medições do Peso do verniz <i>QAS</i> do <i>Inside Spray 13</i> no mês de Janeiro | 54 |
| Gráfico 05 - Consumo de verniz por mg por lata desde o início do ano | 60 |
| Gráfico 06 - Coeficiente de consumo de verniz | 61 |
| Gráfico 07 - Relação produção de latas e custos de verniz por mês. | 62 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 2 BENCHMARKING | 15 |
| 2.1 <i>Benchmarking</i> : origem e definição..... | 15 |
| 2.1.1 <i>Benchmarking</i> e Benchmark..... | 18 |
| 2.2 <i>Benchmarking</i> : Vantagens e Desvantagens..... | 19 |
| 2.3 Tipos de <i>Benchmarking</i> | 20 |
| 2.4 <i>Benchmarking</i> : procedimentos..... | 21 |
| 2.5 <i>Benchmarking</i> : exemplos de uso..... | 22 |
| 3 MÁQUINA INSIDE SPRAY..... | 25 |
| 3.1 <i>Inside Spray</i> : componentes..... | 28 |
| 3.2 <i>Inside Spray</i> : variáveis do processo..... | 31 |
| 3.3 Metal Exposto..... | 38 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS..... | 40 |
| 4.1 Ajuste das variáveis..... | 41 |
| 5 ANÁLISE DE RESULTADOS..... | 50 |
| 5.1 Antes dos ajustes..... | 51 |
| 5.2 Desvio padrão calculado..... | 54 |
| 5.3 <i>PPK</i> | 54 |
| 5.4 Após os ajustes..... | 57 |
| 6 CONCLUSÃO..... | 63 |
| 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 64 |

1 INTRODUÇÃO

A máquina *Inside Spray*¹ tem a função de aplicar um revestimento interno na lata de alumínio, através de um bico injetor de verniz, para evitar o metal exposto. O verniz é a base de água e protege a lata contra corrosão, garantindo a qualidade do líquido a ser envazado. O sistema é composto por seis máquinas distribuídas em série, cujo abastecimento de verniz é realizado por um tanque colocado na área externa da fábrica com controle de pressão e temperatura.

O *Inside Spray* (spray interno) trabalha juntamente com o forno de cura I.B.O. (*Inside Back Oven* (forno de verniz interno do final de linha), responsável por realizar a secagem do verniz interno na lata. O verniz atualmente é utilizado em larga escala, pois possui alta flexibilidade, alta resistência a temperaturas e pressões elevadas, excelente performance em latas quentes e grande estabilidade. Além de ser recomendado para produtos lácteos, isotônicos, sucos e produtos que possuem alta concentração de álcool.

De acordo com as bases teóricas do *Benchmarking* todo o sistema classificado como contínuo e sistemático, atende práticas de melhorias que são possíveis através de análises comparativas de desempenho de processos semelhantes, no qual se estabelece parâmetros reguladores de qualidade e produtividade. Segundo este conceito é possível equalizar as máquinas a partir da máquina que apresentar a melhor performance de aplicação na distribuição da camada de verniz.

Conforme as aplicações de verniz existem diversas variáveis controláveis no processo: ângulo da pistola de aplicação, distância da pistola com relação à extremidade da lata, altura do bico, direcionamento do leque de verniz, temperatura, pressão, tempo de rotação da lata durante aplicação de verniz e vida útil de filtros, bicos e ferramental da máquina.

O intuito deste trabalho é demonstrar como estas variáveis influenciam na aplicação do verniz interno, e a partir daí realizar um estudo comparativo de eficiência das máquinas com base no benchmarking, caracterizando as causas responsáveis pelo metal exposto e como os ajustes deverão ser realizados para equalizar o sistema, reduzindo assim custo e o consumo de verniz otimizando ao máximo a produção e atendendo os parâmetros de qualidade da empresa e do consumidor.

¹Inside Spray: Máquina (spray) de aplicação de verniz dentro (interior) da lata, composto por uma estrela de transferência, pistolas e bicos injetores de verniz, é composto por seis máquinas dispostas em série.

2 BENCHMARKING:

2.1 *Benchmarking*: Origem e definição

As raízes lingüísticas e metafóricas do *benchmarking*² vêm do termo usado pelos agrimensores, que designavam *benchmarking* como uma marca ou referência feita sobre uma rocha, muro ou edifício. Portanto, um *benchmarking* servia como referência para determinar sua posição ou altitude em medidas topográficas ou para os registros das marés. Em termos gerais, *benchmarking* era originalmente o ponto de observação de onde as medidas poderiam ser feitas ou servir de referência para as outras.

Embora a palavra seja relativamente nova e os conceitos do que seja *Benchmarking* venham se ampliando gradativamente, pode-se afirmar que desde o início, da história do homem, ele vem observando a realização de idéias de seu semelhante, adaptando-as e aperfeiçoando-as de acordo com suas necessidades.

Assim, o segundo homem que acendeu uma chama foi o primeiro “benchmark” da humanidade. E continuamente o homem, os grupos, as empresas vêm buscando técnicas, práticas que possam conduzir seus objetivos a uma boa performance empresarial. Gradativamente, ao longo da história e de acordo com suas necessidades o conceito de *Benchmarking* vem se ampliando. Assim, num primeiro momento considera-se o *Benchmarking* como um plano estratégico baseado em observação e realização de melhorias em outros setores. No entanto, esse planejamento estratégico tratava apenas de uma estratégia, mas não considerava a execução dessa estratégia. Não dizia “como fazer as coisas”. Embora pudessem ser ferramentas organizacionais poderosas, nem sempre podiam ser postas em prática por gerentes de organizações. O planejamento estratégico ganhou impulso na década de 1960 e atingiu seu ponto culminante na década de 1970. Nessa época muitas empresas iniciaram aquilo que foi chamado “planejamento de longo prazo”.

²*Benchmarking*: Ferramenta da qualidade, utilizada atualmente em processos que possuem excelência, servindo de exemplo para as melhores práticas. Formada pela palavra Bench (Banco) e Marks (Marca) que foram utilizadas como referência para os viajantes em Roma na antiguidade.

Na década de 1960 a estratégia corporativa (modelos desenvolvidos pelo “Office of Strategic Services”³ após a Segunda Guerra Mundial) passou a significar um plano complexo e meticuloso baseado em detalhadas previsões econômicas e mercados específicos.

Essa abordagem de estratégia caiu em descrédito por várias regiões; a principal foi a burocracia, estatísticas, papeladas ligadas apenas à estratégias sem objetivos realizáveis e mensuráveis.

Outra estratégia foi de “empresas de consultoria de organização” que estavam na vanguarda e desenvolveram regras de planejamento estratégico para capacitar seus clientes a entender as questões da estratégia corporativa. Usava gráficos e matrizes.

Sem dúvida, a análise competitiva é de grande utilidade para escolhas estratégicas competitivas globais. São nessas estratégias competitivas que se encontram as raízes de *benchmarking*. Dessa forma, o *benchmarking* não substituiu um planejamento estratégico, mas o apóia. O *benchmarking* foi o passo que faltava para melhorar a posição competitiva das empresas. Foi o passo lógico na evolução das metodologias do planejamento estratégico. O *benchmarking* estimulou a melhoria das análises que poderão ser adotadas. Contudo, apenas no final dos anos 80 e início dos anos 90 o *benchmarking* passou a ser considerado como uma habilidade que deveria ser usada no dia-a-dia das empresas. Ela se aplica a soluções de problemas, planejamentos, definições de metas, melhoria de processos, reengenharia de processos, definições de estratégias. Tem sido considerada uma das habilidades fundamentais da empresa.

O *Benchmarking* é um processo sistemático e contínuo de avaliação dos produtos, serviços e processos de trabalho das organizações que são reconhecidas como representantes das melhores práticas com a finalidade de comparar desempenhos e identificar oportunidades de melhoria na organização que está realizando (ou monitorando) o *benchmarking*.

O *Benchmarking* é um dos mais úteis instrumentos de gestão para melhorar o desempenho das empresas e conquistar a superioridade em relação à concorrência. Baseia-se na aprendizagem das melhores experiências de empresas similares e ajuda a explicar todo o processo que envolve uma excelente “performance” empresarial. A essência deste instrumento parte do princípio de que nenhuma empresa é a melhor em tudo, o que implica reconhecer que existe no mercado quem faz melhor do que nós.

³Office of Strategic Services: Agência de Serviços Estratégicos, mais conhecida por seu nome original em inglês, foi o serviço de inteligência dos EUA durante a Segunda Guerra Mundial. É considerada a precursora da Central Americana de Inteligência, ou CIA.

Habitualmente, um processo de *benchmarking* arranca quando se constata que a empresa está a diminuir a sua rentabilidade. Quando a aprendizagem resultante de um processo de *benchmarking* é aplicada de forma correta facilita a melhoria do desempenho em situações críticas no seio de uma empresa ou, ainda, uma definição mais sintética, mas igualmente objetiva: Processo contínuo e sistemático que permite a comparação das performances das organizações e respectivas funções ou processos face ao que é considerado "o melhor nível", visando não apenas a equiparação dos níveis de performance, mas também a sua ultrapassagem. A curiosidade histórica do termo vem das marcas ("marks")⁴ que os viajantes deixavam nos bancos ("bench")⁵ de descanso para indicar a que distância estavam de Roma (a referência), a capital de um grande império da antiguidade.

Segundo Rosangela Catunda (2006) a busca do aprendizado organizacional está cada vez mais presente nas empresas de sucesso. Porém aprender pressupõe estar aberto a novas idéias e práticas inovadoras. E estar aberto a 'novas idéias' num mercado competitivo como é o atual, significa dispor de alternativas igualmente atrativas. As opções de diferentes práticas de 'classe mundial' podem trazer algumas experiências boas e outras não tão boas, levando a organização a incorporar práticas, sem um método validado, que fogem de sua cultura, ou que ainda não estão preparados. O *Benchmarking* como ferramenta de inteligência competitiva, estabelece um método que auxilia as organizações buscarem as melhores práticas no âmbito do processo mundial ou no processo interno da própria organização, e através dos estudos estabelecer um parâmetro de eficiência que faça um processo se torne melhor, mais produtivo, mais otimizado e se estabeleça um padrão para que outras unidades da mesma organização ou até mesmo organizações concorrentes o adotem para atingirem um nível satisfatório para os controles internos e do cliente.

Segundo Xidieh Dolor (2000) o *Benchmarking* é uma ferramenta útil na busca das melhores práticas utilizadas pelas companhias reconhecidamente líderes, consideradas de classe mundial. Adquiriu este conceito numa série de conhecimentos e experiências vividas na época que autora trabalhou numa empresa transnacional, onde passou por vários treinamentos, além de participar em projetos de várias equipes de trabalho tanto no Brasil quanto no exterior, consolidando o conceito e eficiência do *Benchmarking*.

⁴ Marks: composição da palavra *Benchmarking*, na história representada como as marcas que os viajantes deixavam.

⁵ Benchs: Bancos nos quais as marcas dos viajantes eram deixados em Roma para referência na antiguidade, formando assim a palavra *Benchmarking*.

Mas de acordo com Branco Filho (2006), *Benchmarking* é a,

“Metodologia de comparação sistemática de produtos e de serviços com os que são oferecidos por outras empresas, ou concorrentes, e que são aceitas como excelentes e com isto consegue conhecer e adicionar ao nosso processo coisas que estão sendo feitas de modo melhor, mais barato, ou mais eficiente. Pode ser interno se a comparação é feita dentro de atividades idênticas na empresa ou externa quando compara a atividade com empresas similares externas. É um processo contínuo, que pode incluir comparações de estratégias, produtos, serviços, operações, processo e procedimentos. Essa comparação deve ser feita inclusive com líderes de outro ramo que não o da organização”. (p.13)

2.1.1 *Benchmarking e Benchmark*

Segundo Pinto e Xavier (2001, p.12) *Benchmarking* pode ser definido como: “Um processo de identificação, conhecimento e adaptação de práticas e processos excelentes de organizações, de qualquer lugar do mundo, para ajudar uma organização a melhorar sua performance”

Para Pinto e Xavier (2001, p.12) ‘Benchmark⁶ é uma medida, uma referência, um nível de performance, reconhecido como padrão de excelência para um processo de negócio específico

Resumindo, *Benchmarking* é um processo de análise e comparação de empresas do mesmo segmento de negócio, objetivando conhecer:

- As melhores marcas ou benchmarks das empresas vencedoras, com finalidade de possibilitar definir as metas de curto, médio e longo prazo.
- A situação atual da organização e, com isto, apontar as diferenças competitivas.
- Os caminhos estratégicos das empresas vencedoras ou as melhores práticas
- Além de conhecer e chamar a atenção da organização para as necessidades competitivas.

⁶Benchmark: definição semelhante de *Benchmarking*, no caso representa uma medida, um dado, uma performance, sendo conhecido como um padrão de referência de um determinado processo produtivo. Tem o mesmo princípio que *Benchmarking*, sendo as duas palavras utilizadas para o mesmo propósito.

Benchmarking é:

- Um processo contínuo;
- Uma procura que fornece informação valiosa;
- Um processo de aprendizagem;
- Um leque de oportunidades;
- Uma análise aos processos;
- Uma ferramenta de gestão, aplicável aos processos da empresa.

Benchmarking não é:

- Um ato isolado;
 - Um livro de receitas;
 - Uma cópia ou uma imitação;
 - Reinventar o que já foi inventado;
 - Uma constatação de fatos;
 - Uma moda de gestão.

2.2 *Benchmarking*: Vantagens e Desvantagens

Dentre as vantagens e desvantagens do *Benchmarking* podemos citar

- Introduzir novos conceitos de avaliação;
- Melhorar o conhecimento da própria organização;
- Identificar áreas que devem ser objeto de melhorias;
- Estabelecer objetivos viáveis e realistas;
- Criar critério de prioridade no planeamento;
- Favorecer um melhor conhecimento dos concorrentes e do nível competitivo do mercado;
- Aprender com os melhores.

No entanto, deve-se ter em conta que:

- Existem inúmeras empresas que negam ou distorcem os dados, apesar do Código de Conduta que se comprometem a respeitar, precisamente devido ao fato de que não querem

que outras atinjam os patamares de excelência financeira, operacional, logística, social, ambiental, etc., porque, se os atingirem, terão mais um concorrente no mercado a concorrer com as mesmas “armas”;

- Por outro lado, existem empresas que invejam os indicadores de outras com dimensão diferente, ou que actuam num mercado que não é o mesmo, comparando o que não é comparável. Por vezes é errado e prejudicial para a própria empresa.

2.3 Tipos de *Benchmarking*

Dentre os tipos de *Benchmarking* empresariais podemos destacar:

Benchmarking competitivo

Caracteriza-se por ter como alvo específico as práticas dos concorrentes. Na prática, é o menos usual uma vez que é quase impossível que as empresas se prestem a facilitar dados que estão ligados diretamente com a sua atividade à concorrência. Por isso muitas vezes é necessário contratar uma consultoria externa para obter informações sobre o *Benchmarking* Competitivo. Um método recomendado para obter as informações dos concorrentes é a utilização de "cliente oculto". Além disso, tem como objetivo atividades similares em diferentes locais, departamentos, unidades operacionais, país, etc.

Benchmarking interno

A procura pelas melhores práticas ocorre dentro da própria organização em unidades diferentes (outros departamentos, sedes, etc.). Tem como vantagens a facilidade para se obter parcerias, custos mais baixos e a valorização pessoal interno. A grande desvantagem é que as práticas estarão sempre impregnadas com os mesmos paradigmas. Este é o tipo mais utilizado.

Benchmarking genérico

Ocorre quando o *Benchmarking* é baseado num processo que atravessa várias funções da organização e pode ser encontrado na maioria das empresas do mesmo porte, como por exemplo, o processo desde a entrada de um pedido até a entrega do produto ao cliente. É neste tipo de *Benchmarking* que encontramos a maioria dos exemplos práticos e onde as empresas estão mais dispostas a colaborar e a ser mais verdadeiras.

Benchmarking funcional

Baseado numa função específica, que pode existir ou não na própria organização e serve para trocarmos informações acerca de uma atividade bem definida como, por exemplo, a distribuição, o faturamento ou embalagem. Alguns autores vinculam o conceito de *benchmarking* funcional ao *benchmarking* genérico, pela possibilidade dos mesmos serem utilizados sem se levar em consideração a concorrência direta da organização que aprende ou patrocina o estudo e a organização "investigada".

Além destes existem o *Benchmarking* Setorial caracterizado pela comparação da eficiência inter e intra setores de atividade e o *Benchmarking* governamental caracterizado pela comparação da eficiência das várias políticas entre os países.

2.4 *Benchmarking*: Procedimentos

Os procedimentos para execução de um *Benchmarking* são:

- Identificar empresas → comparativas
- Definir método e coletar dados
- Determinar a lacuna de desempenho
- Projetar níveis de desempenho futuro
- Comunicar descoberta dos marcos de referência e obter aceitação

- Estabelecer metas funcionais
- Desenvolver plano de ação
- Programar ações específicas e monitorar progresso
- Recalibrar marcos de referência

A seguir serão descritos alguns estudos de casos no qual o *Bechmarking* foi utilizado com sucesso possibilitando e comprovando a eficiência desta ferramenta da gestão empresarial:

2.5 Benchmarking: Exemplos de uso

Caso Xerox:

A empresa Xerox⁷ Corporation em meados dos anos 70 apresentava-se com domínio de 80% do mercado, porém nos anos 80, esse potencial caiu para 30% do mercado consumidor e, além disto, apresentava grande desperdício no produto apresentando 91 defeitos a cada 100 máquinas e falhas na linha de 30.000 peças defeituosas a cada milhão. Utilizou-se de na implantação de um processo de *Benchmarking* baseado nas experiências de serviços bancários, ou seja, assim como nos bancos existe uma diferenciação de atendimento quanto ao porte do cliente onde o de grande porte adquiriu uma quantidade maior do produto, automaticamente o mesmo necessitará de um melhor atendimento e mais abrangente com diferenciais, a Xerox também subdividiu a sua carteira de clientes em “grandes contas” e “pequenas e médias contas” fazendo com que haja um atendimento diferencial aos grandes consumidores, mas ao mesmo tempo, um atendimento de qualidade é fornecido a todos. Assim ao se conhecer melhor a empresa pode buscar as melhores práticas dos concorrentes para se adaptar e reduzir o desperdício do processo, otimizando a produção e os resultados.

⁷Xerox Corporation é uma empresa estado-unidense que atua no setor de tecnologia da informação e documentação. É mundialmente conhecida como a inventora da fotocopadora, embora também desenvolva e fabrique outros produtos, como impressoras e papel.

Caso Avon:

Avon é uma empresa com mais de 450 mil representantes distribuídos pelos Estados Unidos. Para atender às necessidades de produtos e serviços, a Avon mantém cinco centros de distribuição e atendimento aos clientes geograficamente espalhados. Cada local é responsável por aproximadamente 100 mil representantes. Os vendedores extenos traduzem as necessidades finais dos clientes, adicionando-lhes os próprios pedidos, submentendo-os à empresa para resolução.

A empresa enfrentava uma pressão cada vez mais clara dos seus vendedores externos para fornecerem mais serviços de apoio; as questões eram que os serviços já estavam sendo prestados em cada uma das cinco filiais regionais e que melhoramentos poderiam ser introduzidos no nível de qualidade do desempenho do sistema total.

Assim utilizou-se do *Benchmarking* interno para equalizarem e proporcionarem uma fachada mais uniforme a sua força de vendas externas, já que era necessário maior empenho nesta área de atuação, pois perceberam que o benefício e o crescimento da empresa estava totalmente amarrado no poder de crescimento de seus vendedores, onde os esforços deveriam estar mais concentrados. Desta forma em decisão gerencial foi determinado que um representante do Texas deveria receber o mesmo apoio e serviços de um representante de Miami, ou seja, áreas totalmente distintas, porém com importâncias iguais na questão da divulgação da marca Avon.

Caso Metrô de São Paulo:

O projeto se iniciou em 1996 e reúne nove metrôs com maior densidade operacional no mundo: Hong Kong, Londres, Nova Iorque, Paris, Berlim, Cidade do México, Tóquio, Moscou e São Paulo. Estes metrôs elaboram, em conjunto, um estudo coparativo de seus desempenhos e realizam diversos estudos de casos, para identificar paradigmas de excelência nos seus procedimentos e na suas práticas, O estudo é coordenado pela RTSC-Railway Technology Strategy Center⁸, centro de pesquisa tecnológica da Univesidade de Londres.

⁸RTSC: Centro de excelência ao serviço da indústria ferroviária sobre questões estratégicas, econômicas e tecnologia, no Reino Unido e no mundo..

A participação do Metrô de São Paulo, além de propiciar uma aferição e busca de melhorias no seu desempenho operacional e na qualidade dos seus processos gerenciais e operacionais, tem também todo o objetivo a obtenção de subsídios para o aprimoramento dos projetos de expansão da rede e aperfeiçoamento dos requisitos funcionais, operacionais e técnicos que norteiam a implementação de novas linhas, ou seja uma aplicação de *Benchmarking* para melhoramento contínuo visando e comparando a região com a melhor rede metroviária.

O contato entre as empresas é realizado em contatos permanentes pela internet, entre os técnicos dos metrô, e há também duas reuniões anuais que são realizadas entre os representantes das empresas para, junto com a RTSC, analisar os resultados obtidos e fixar os estudos de casos a serem desenvolvidos nas fases sucessivas.

Estes são alguns exemplos que utilizaram o *Benchmarking* e tiveram grandes benefícios com esta ferramenta, mas além destas empresas podemos também citar: *Ford Motor Company, Alcoa, Millken, AT&T, IBM, Johnson & Johnson, Kodak, Motorola e Texas Instruments*. Todas estas empresas tiveram melhores desempenhos nos seus produtos, serviços, processos e resultados. Isto ocorre porque o *Benchmarking* pode beneficiar as empresas, independentemente da dimensão, nos mais diversos setores de atividade (comércio, indústria, prestação de serviços às empresas, construção, logística e transportes, ou seja, aplica-se a quase todas as empresas) ou entidades da envolvente empresarial, como ferramenta de apoio ao aconselhamento às empresas suas clientes.

A partir desta ferramenta foi possível a elaboração do Estudo de Caso a ser descrito a seguir, onde o *Benchmarking* interno se tornou base do projeto, possibilitando o ajuste da máquina para otimizar seu desempenho e reduzir custos de matéria-prima, o que para empresa foi um grande ganho, pois o processo se tornou mais eficiente e econômico, porém não menos produtivo.

3 MÁQUINA *INSIDE SPRAY*

A máquina *Inside Spray* é o sistema que será utilizado o *Benchmarking* para otimizar o seu funcionamento e aprimorar o desempenho no processo produtivo, atingindo as metas da empresa e do cliente. O *inside Spray* compõe o estágio de aplicação de verniz interno na lata de alumínio na sequência do processo produtivo da empresa Rexam, divisão latas. O sistema é composto por 6 máquinas posicionadas em série que recebem as latas de alumínio do Pin⁹ Oven, que é um forno responsável pela cura da impressão da lata realizada pela *Printer*¹⁰, uma máquina decoradora. Antes disto a a lata é conformada em copos na *Minster*¹¹, uma prensa hidráulica, que libera os copos de alumínio para as *Bodymarkers*¹², formadores do corpo da lata, que encaminham a lata até a *Washer*¹³, lavadora responsável por lavar totalmente a lata para receber a impressão sem manchas. Ao passar pelo *Inside Spray* a lata chega em um forno de cura de verniz interno, *Inside Back Oven*¹⁴, que libera a lata até o *Necker*¹⁵, responsável pela conformação do pescoço da lata até chegar então a Paletizadora, que embalará as latas de alumínio em paletes com folhas separadoras. Abaixo segue o processo produtivo exemplificado.

⁹ *Pin Oven*: Forno de pinos responsável por secar a pintura e o verniz inseridos na lata no processo de pintura.

¹⁰ *Printer*: Impressora, máquina responsável por pintar a lata e envernizá-la, evitando que as latas ao rasparem uma nas outras na esteira, não perca a tinta impressa.

¹¹ *Minster*: Prensa hidráulica responsável por conformar a chapa de alumínio em copos no início do processo.

¹² *Bodymakers*: Formadoras de corpo, ou seja, através do estiramento estas máquinas que são compostas por 8 máquinas em série, formam o corpo.

¹³ *Washer*: Lavadora responsável por retirar todos os produtos químicos e óleos que estão presente na lata ao serem utilizados nos processos anteriores conformação e estiramento.

¹⁴ *Inside Back Ove (I.B.O.)*: Forno responsável por secar o verniz interno aplicado no *Inside Spray*.

¹⁵ *Necker*: Formador de pescoço: máquina responsável por conformar o pescoço da lata na parte superior da lata, composto por 11 estações que ao longo realizam este processo

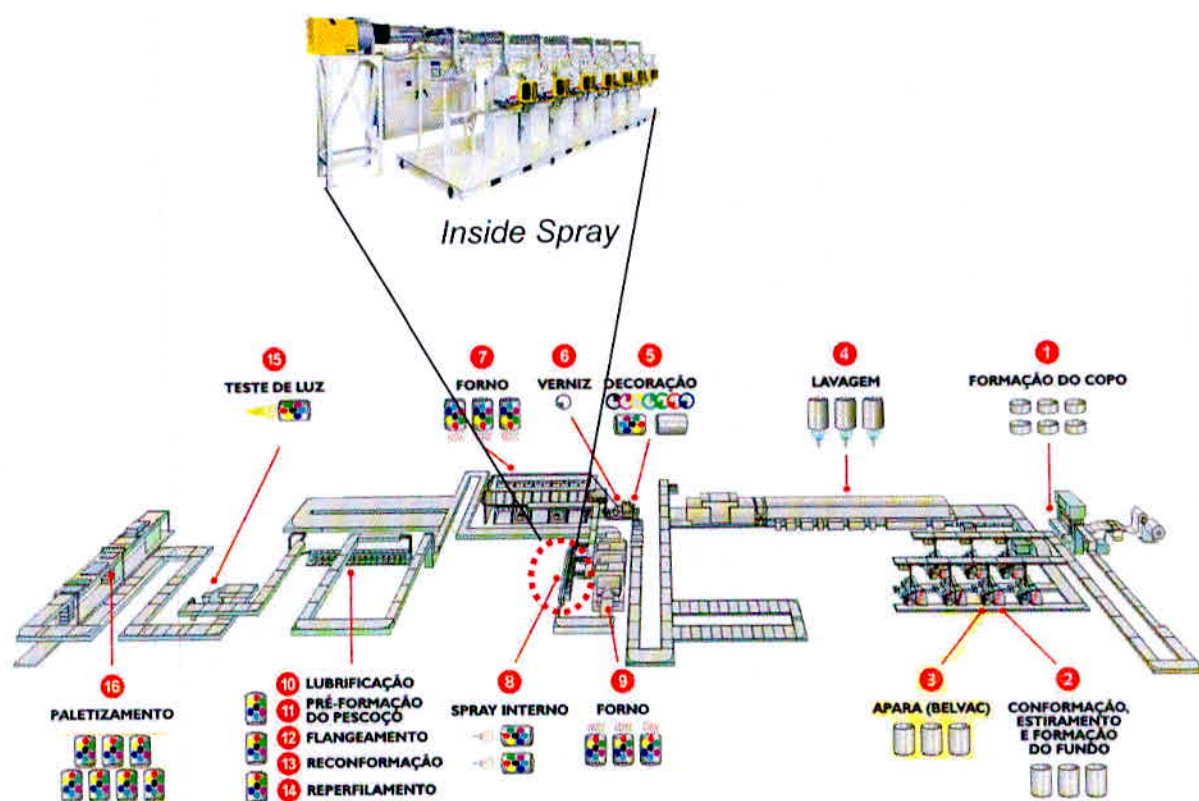


Figura 01 -Esquema geral do processo produtivo.FONTE: Manual de treinamento *Inside Spray*, Rexam, 2010.

O surgimento deste Estudo de Caso parte do momento que verificamos uma necessidade de ajustar a máquina com relação à aplicação de verniz, ou seja, a unidade da Rexam em destaque é a unidade de Pouso Alegre, MG. A unidade teve início na sua produção em 15 de Dezembro de 2010 com produção de latas de alumínio para atender a região SP-MG, o processo ocorreu de maneira satisfatória e a produção alcançou grandes índices, superando metas e objetivos já no meio do ano de 2011. Porém todo o processo precisa de melhorias constantes e notamos que em específico do *Inside Spray*, máquina que tem função de aplicar o verniz interno na lata, apresentava um quadro de consumo de verniz por lata superior aos de outras unidades da Rexam. Assim através do *Benchmarking* desenvolvemos um projeto para diminuir o consumo de verniz, aplicando em fase de teste em uma máquina os ajustes, baseados na unidade da Rexam de Brasília que se apresentava como o *Benchmarking* com relação à aplicação de verniz em todas as unidades da Rexam no Brasil, obtendo grandes reduções de custo com um processo satisfatório e otimizado. Assim transformamos os parâmetros para que Pouso Alegre obtivesse excelentes resultados, quando começamos realizar os ajustes em uma máquina para testes. Portanto caso alcançássemos

nosso objetivo, esta máquina passaria ser nosso *benchmarking* e assim nós replicaríamos os ajustes nas demais 5 máquinas *Inside Spray* para otimizar o processo. Ao diminuirmos e equalizarmos o peso da lata com verniz, reduzimos automaticamente o metal exposto e ajustamos a distribuição da camada de verniz interna na lata que também apresentavam variações. Mas isto será detalhadamente demonstrado a seguir na parte da implementação. Antes iremos conhecer a máquina com seus componentes e as variáveis que foram ajustadas para que este trabalho pudesse alcançar seu objetivo final.

O *Inside Spray* é uma máquina projetada especificamente para aplicação do verniz interno na lata. Os objetivos deste revestimento são:

- Servir de barreira protetora contra ação do produto sobre a lata
- Minimizar o efeito do metal e óleo residual, evitando a contaminação do produto o que alteraria o sabor.

- Proteger a lata contra corrosão
- Reduzir o atrito dos ferramentais na conformação do pescoço

O verniz utilizado possui:

- Viscosidade: 14 -16'' a 25°C
- Peso específico: 1,02 +/- 0,012g/cm³
- Quantidade de Sólidos: 18+/- 1,0%

Este verniz utilizado apresenta também:

- Alta flexibilidade
- Resistência a altas temperaturas e pressões
- Boa adesão
- Excelente performance em latas quentes
- Excelente estabilidade
- Boas características de aplicação

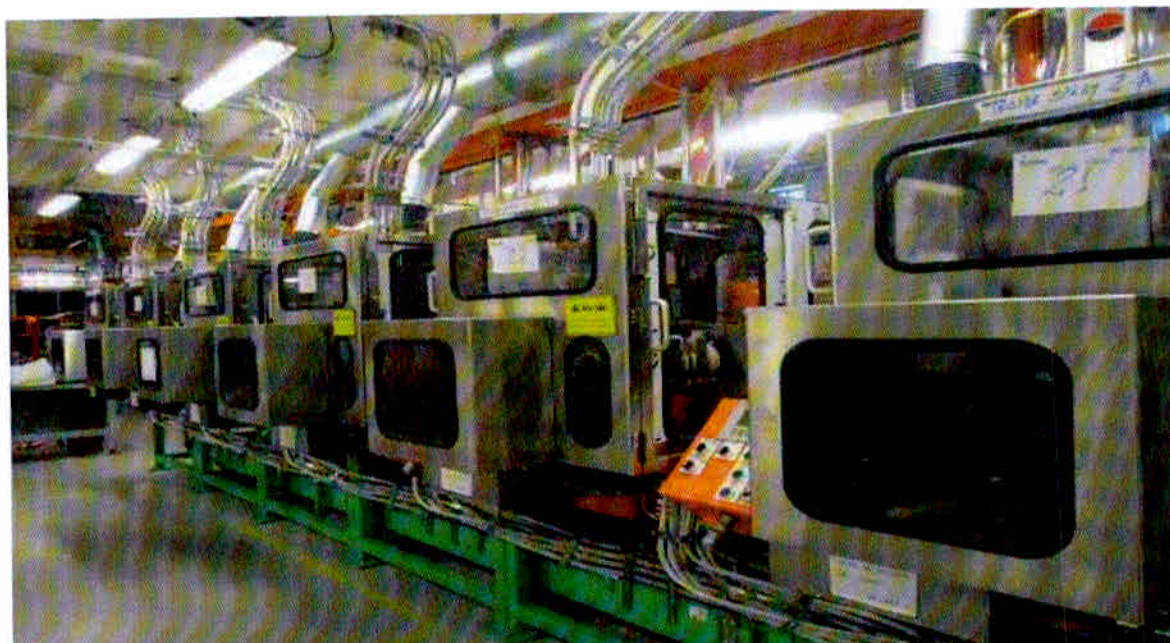


Figura 02: Máquinas *Inside Spray* em Pouso Alegre. FONTE: Celso Luís Carvalho Júnior, Rexam, 2011.

3.1 *Inside Spray*: Componentes

Os Componentes principais da máquina são:

- *Conveyor*¹⁶ de alimentação: responsável por alimentar a máquina ao receber as latas vindas do *Pin Oven*, forno de cura.
- Coifa de exaustão: responsável de absorver a névoa do verniz
- Caixa de resíduos: responsável por armazenar o excesso de verniz que é liberado pelas pistolas durante a aplicação, o chamado *overspray*.
- *Conveyor* de descarga: responsável por descarregar a lata após aplicação de verniz
- *Coveyor* de esteira: responsável por encaminhar as latas até o próximo processo de fabricação da lata de alumínio, *Inside Back Oven*, forno de cura do verniz interno do *Inside Spray*.
- Chave geral: responsável por acionar os sensores de presença ou desligá-los
- Chave de acionamento: responsável por ligar ou desligar a máquina.

¹⁶*Conveyor*: Esteira responsável por transportar as latas ao longo de todo o processo da fábrica, possuem motorreductores separados, possibilitando manobras com cada setor das esteiras.

- Pistolas de aplicação: o sistema possui 2 pistolas, superior e inferior, para aplicação do verniz em toda lata.

- Estrela de transferência: responsável por receber a lata do conveyor de alimentação, girar a boca da lata no sentido das pistolas e descarregar a lata no conveyor de descarga.

- Roldanas de vácuo: responsável por prender a lata na estrela de transferência para evitar mal posicionamento da lata o que poderia prejudicar a aplicação de verniz corretamente.

- *Can Stop*¹⁷: sistema pneumático que aciona um pistão caso queira impedir que a lata do conveyor de alimentação chegue à estrela de transferência. Geralmente ocorre quando a um problema na lata e se evita o consumo de verniz em latas que já serão refugadas do processo.

- Guias superiores e laterais: são guias que fixam a lata de maneira que a mesma não chegue do conveyor de alimentação fora de sua posição o que poderia causar uma má aplicação de verniz

- Guia da extremidade: guia que alimentará a estrela de transferência com as latas, para que estas cheguem até a roldana de vácuo.

- *Manifold*¹⁸ de vácuo: sistema de posicionamento localizado atrás do disco das roldanas que permite o ajuste caso necessário.

- Sensor da lata no assento da estrela: sensor que detecta a lata na lata na estrela antes que a pistola de spray apliquem o verniz. Está localizado na 1ª pistola e se o sensor não detectar a lata, a pistola não aplicará o verniz.

- Sensor de rotação da roldana: sensor que emite um sinal indicando que a roldana de vácuo está girando. Está localizado no flange traseiro da roldana na posição três horas.

Evita a aplicação incompleta da camada de verniz na lata por travamento da roldana causado por rolamento travado ou sujeira.

- Sensor de sincronismo: disco que possui um sensor que acusa tiras de metal sob o sensor no lado direito do disco. Quando não houver tiras de metal sob o sensor de sincronismo, o disco da roldana estará em movimento e as pistolas não poderão disparar.

¹⁷*Can Stop*: Parada de lata: sistema responsável por parar a alimentação de lata que está implantado na maioria das máquinas, o que possibilita a manutenção corretiva rápida e localizada quando um setor seguinte o da máquina necessita ser reparado, evitando que o desligamento da máquina e garantindo que latas não ultrapassem aquele ponto já que o mesmo estaria sendo reparado e possibilitaria latas não conformes ou dificultaria o manuseio de equipamentos que ali estão sendo utilizados para manutenção.

¹⁸*Manifold*: Controlador responsável por ajustar certas variáveis, por exemplo pressão de vácuo.

- Vacuômetro de exaustão: medidor de pressão de vácuo, responsável por prender a lata na estrela de transferência.

- Filtros exaustão, ar e metálicos : filtros utilizados para controlar e garantir boa aplicação de verniz.

- Conjunto de Acionamento: conjunto que possui dois motores. O motor de acionamento principal move a caixa do came divisor do passo do disco de roldanas através de uma polia de redução e duas correias e o outro motor para acionar as roldanas de vácuo do disco.

- Módulo eletrônico (Itrax): mede a velocidade de giro na aplicação de verniz das duas pistolas, superior e inferior, ou seja, temporiza o jato de spray em milésimos de segundo, podendo assim alterar a quantidade de aplicação de verniz e o peso da lata.

- Bomba: responsável por mandar verniz do tanque de verniz interno situado na parte externa da fábrica até a bomba que está posicionada na linha de produção que recebe este verniz e libera até as pistolas para aplicação. A bomba possui um motorreductor, regulador de pressão e válvula de segurança.

- Trilho de congestionamento: são dois trilhos que manobram sobre o eixo em sentido horário quando há congestionamento na estrela de transferência

- Painel de operação: responsável por controlar chaves de acionamento, bomba, motor. Além de possuir um painel que informa temperatura, pressão, falhas, bomba parada, velocidade de cada máquina, potenciômetro

- Bicos injetores: são acoplados nas pistolas e devem estar em bom estado para aplicação correta de verniz

- Botões de acionamento automático e manual: responsável por acionar a máquina de acordo com a necessidade do operador.

- Braço articulação das pistolas: responsável por possibilitar os ajustes de ângulos e distâncias da pistola até a boca da lata., altura das pistolas, ajuste do nivelamento do leque de verniz

- Manômetros de Pressão: responsável por ajustar a pressão de aplicação de verniz nas pistolas.

- Mangueiras de alimentação: responsável por conduzir o verniz até os bicos das pistolas para aplicação.

- Válvulas de gaveta e alívio: responsáveis por controlar o fluxo de verniz no sistema.

- *Chiller*: responsável por controlar temperatura das máquinas

- *Bulk* de Verniz¹⁹: tanque situado na parte externa da fábrica com capacidade de 30.000Kg de verniz que possui todo um sistema de abastecimento com bombas, manômetros, pressostatos, válvulas e tubulações.

3.2 *Inside Spray*: Variáveis do processo

No processo existem variáveis controláveis que determinam diretamente o consumo de verniz. Estas variáveis se tornaram o referencial do trabalho, pois podemos ajustá-las para aprimorar o processo e assim elaborar um padrão de funcionamento da máquina, possibilitando um conhecimento de todos responsáveis pelo equipamento. Mas para criar este padrão que otimiza a máquina, é preciso conhecer todas as variáveis influentes na aplicação de verniz. Assim as variáveis do processo são:

- *Timer*²⁰ da pistola: O *timer* da pistola é controlado por um módulo eletrônico (*Itrax*)²¹ que tem função de temporizar o jato de spray em milésimos de segundos de acordo com o *timer* das latas, assim a pistola superior pode ter um *timer* diferente da pistola inferior, devido à necessidade de se alterar o peso do verniz e a espessura da camada, assim altera o tempo de abertura da pistola e conseqüentemente o tempo de aplicação do verniz. Uma volta tem aproximadamente 25ms. Para se calcular este *timer* existem duas fórmulas:

- $N^{\circ}\text{voltas} = ((\text{ms}/1000) * (\text{rpm}))/60$
- $\text{ms} = 60(\text{voltas desejáveis})/(\text{rpm}) * 1000$

¹⁹Bulk de verniz: Tanque de verniz localizado na parte externa da fábrica que alimenta as máquinas que utilizam o verniz, *Printer* e *Inside Spray*, o verniz protege a lata de corrosão, atrito externo e evita que o líquido quando colocado não possua seu sabor alterado.

²⁰*Timer*: Tempo no qual a lata rotaciona em torno de seu eixo, garantindo que a pistola aplique o verniz em todo interior da lata, possibilitando uma excelente distribuição de camada.

²¹*Itrax*: módulo eletrônico que temporiza o jato de spray das pistolas para aplicação correta de verniz.

- Bicos injetores: Os bicos devem ser sempre monitorados, ou seja, deve-se inspecioná-los para ver há necessidade de limpá-los ou trocá-los, pois está relacionado diretamente com a pressão de cada máquina, por exemplo, se o bico das pistolas estiver obstruído, será necessária uma pressão de aplicação maior que a normal, além de não realizar o preenchimento correto em toda parede e base da lata, ou seja, perda de eficiência e aumento de metal exposto como mostra a figura abaixo.

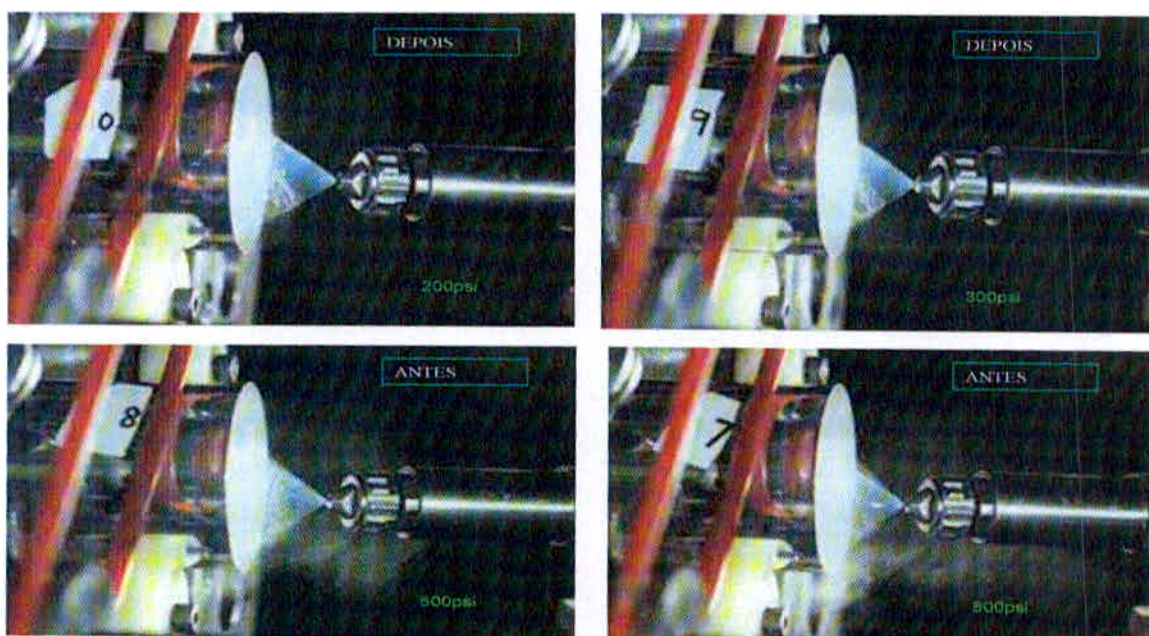


Figura 03: Aplicação de verniz com obstrução e sem obstrução. FONTE: Manual de treinamento *Inside Spray*, Rexam, 2010

- Distância do bico da pistola com relação à lata: Esta distância também é previamente medida e ajustado através do braço de articulação onde se pode regular a aproximação ou não do bico da pistola até a boca da lata. Este fator é primordial para uma aplicação correta de verniz em toda parte interna da lata, ou seja, quando bem ajustada permite um preenchimento de verniz ótimo, o que evita o metal exposto.

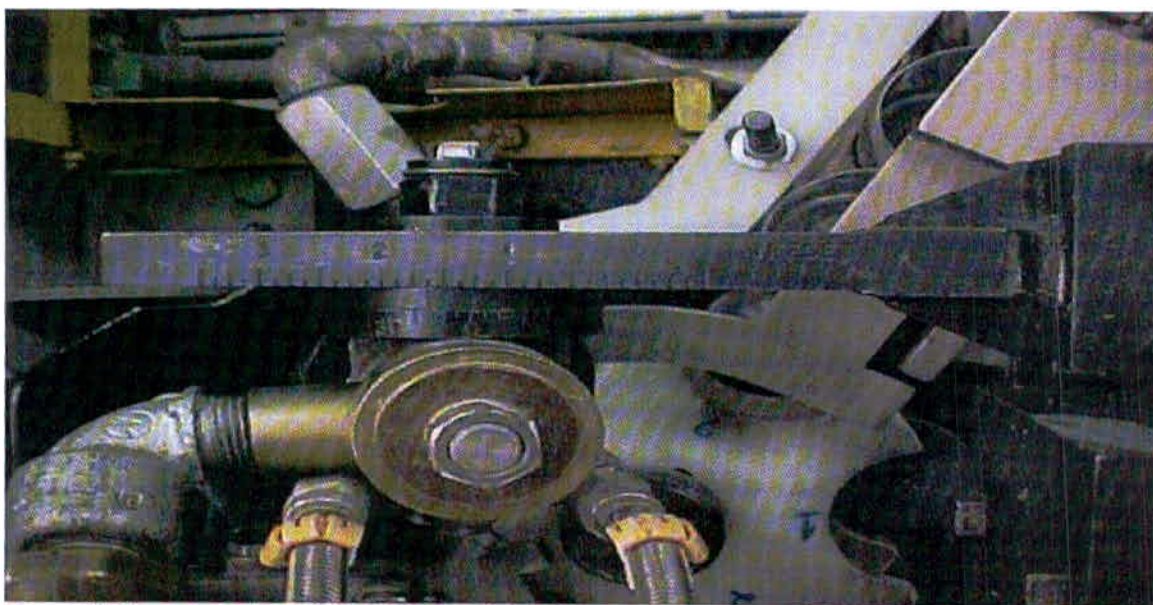


Figura 04: Braço articulado. FONTE: Manual de treinamento *Inside Spray*, Rexam, 2010

- Leque de Verniz: O leque verniz é a direção em que o verniz é aplicado na lata. O leque deve estar totalmente centrado na lata, um leque mais baixo ou mais alto, danifica a aplicação correta de verniz interno na lata, assim o leque de verniz deve estar na posição horizontal e nunca na posição vertical. Para nivelamento do leque no centro da lata, basta soltar dois parafusos Allen 3/16'' e ajustar a altura da aplicação com uma chave 1/4'' como segue figura abaixo:

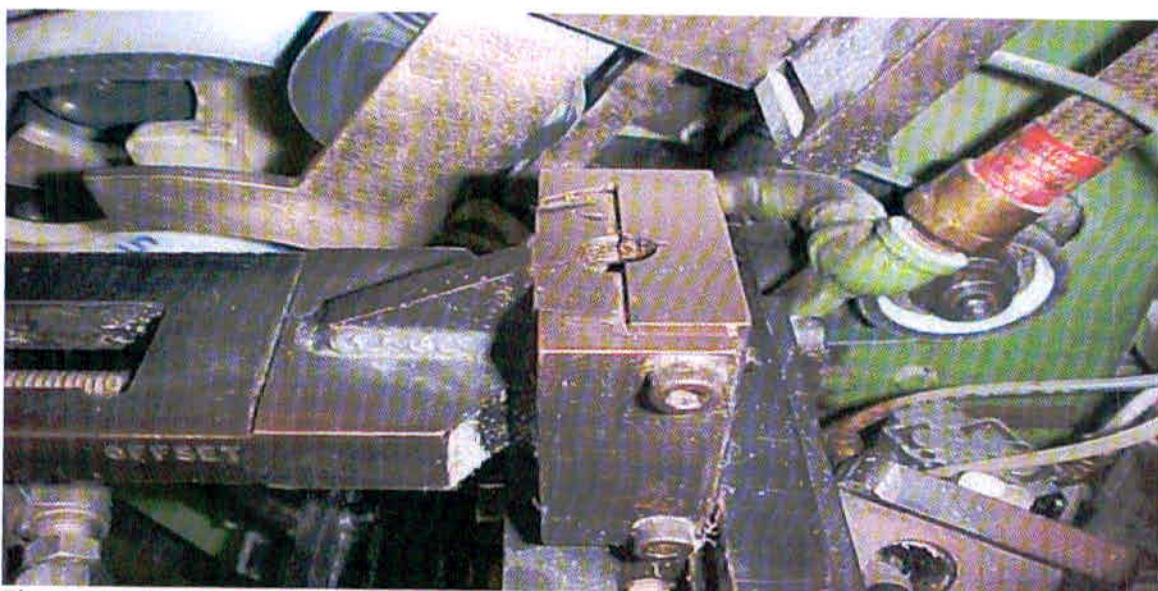


Figura 05: Ajuste da posição do leque de verniz. FONTE: Manual de treinamento *Inside Spray*, Rexam, 2010

- Ângulo das Pistolas: A pistola superior tem uma angulação diferente da pistola inferior. Isto porque a pistola superior tem função, em sua grande maioria, em aplicar o verniz

em uma parede interna da lata com uma pequena quantidade no *dome* (base da lata), porém a lata rotaciona em seu próprio eixo, desta forma a pistola inferior, já previamente ajustada em uma outra angulação, aplica o verniz no restante da parede da lata e também no restante da base da lata, garantindo uma aplicação total em toda parte interna da lata, sendo a concentração de verniz iguais tanto na pistola superior quanto na pistola inferior.

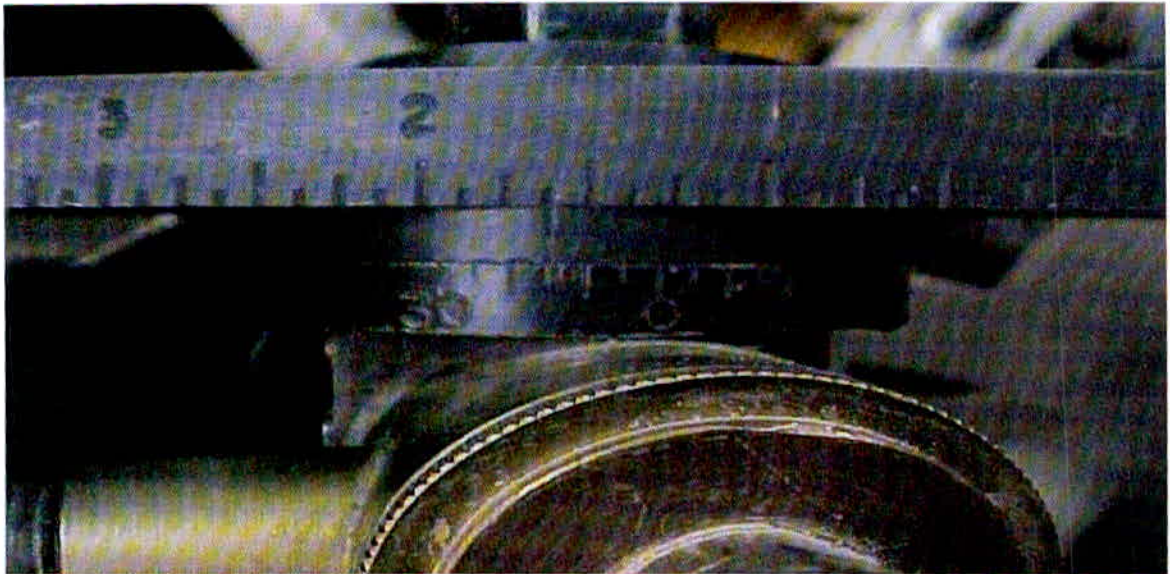


Figura 06: Ângulo das pistolas. FONTE: Manual de treinamento *Inside Spray*, Rexam, 2010

- **Altura das Pistolas:** O sistema apresenta um ajuste da altura das pistolas para aplicação correta de verniz, este ajuste é realizado manualmente e determina a posição correta do bico injetor das pistolas no centro do gabarito. O gabarito é um molde da lata de 12oz feito de nylon que simula uma lata de alumínio convencional para esta aplicação.

- **Nivelamento horizontal:** o nivelamento possibilita uma correta posição das pistolas com relação ao eixo horizontal o que se pode controlar a distribuição da camada de verniz aplicada, uma vez que o nivelamento eficiente e correto, possibilita uma aplicação interna de verniz em todo interior da lata.

- **Pressão das Pistolas:** As pistolas possuem pressões que tanto podem ser iguais ou diferentes, dependendo do ajuste. A pressão é medida empsi (Kg/cm^2) por manômetros colocados em cada pistola em todas as máquinas. Além das pressões de cada pistola, temos uma pressão na rede (bomba principal) constante para todas a máquinas. Esta pressão da bomba deverá ser o mínimo possível para:

- Reduzir o retorno do Verniz
- Evitar desperdícios

- Reduzir desgastes das bombas e bicos
- Otimizar giros das latas

• Pressão de Vácuo: A pressão de vácuo também é medida em todas as máquinas em polegada mercúrio (pol.Hg) por vacuômetros. A rede também tem um vacuômetro que mede a pressão de vácuo que está sendo utilizada na máquina. Muito importante devido o vácuo ser responsável por prender (segurar) a lata corretamente nos suportes, garantindo uma lata firme, sem vibrações que poderiam desregular as latas, e a partir daí, o verniz não ser aplicado corretamente.

• Temperatura: A temperatura é medida em °F e se mantém igual para todas as máquinas, com pequenas variações, devido condições não controláveis (temperatura meio ambiente). O Chiller (painel controlador) é o responsável por controlar a temperatura no sistema.

• Rotações (RPM): Para se medir a rotação é necessária uma luz estroboscópica. Marque um traço em dos suportes e aciona a estrela de transferência, assim quando esta luz retornar na marca em um período de tempo, tem então a rotação por minuto da máquina. Uma rotação ideal a princípio seria 2600 RPM, 2 a 3 voltas da lata em torno de seu eixo, porém é uma variável, não necessariamente constante. Veja que na figura abaixo vemos que a rotação está diretamente ligada com a proporção de aplicação de verniz na parte interna da lata.

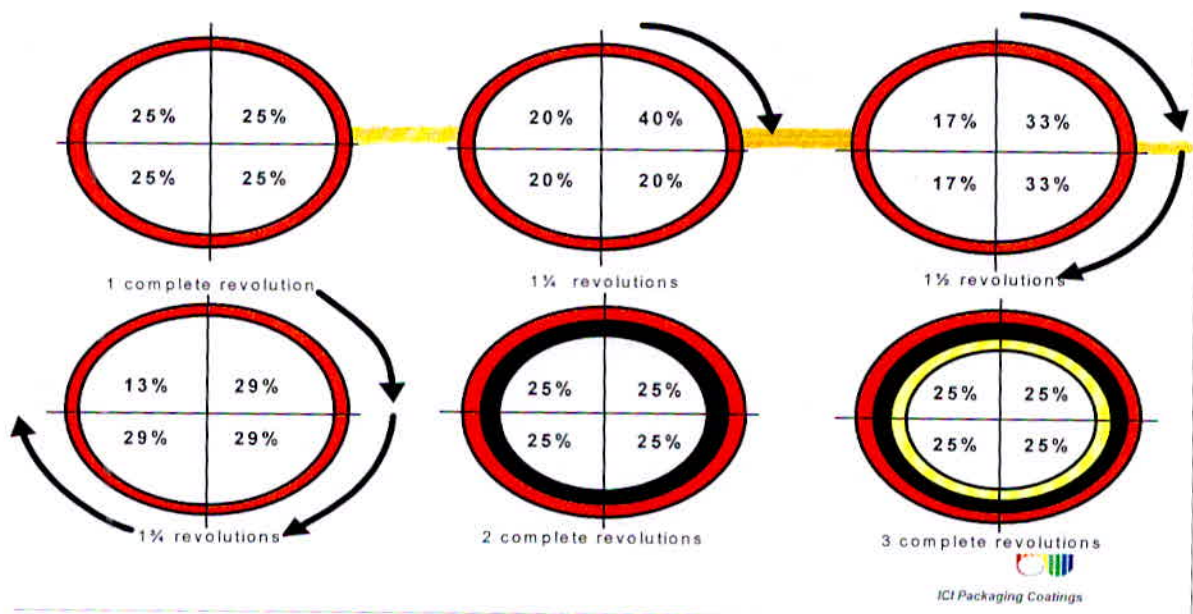


Figura 07: Efeito da rotação na distribuição da camada. FONTE: Manual de treinamento *Inside Spray*, Rexam, 2010

- Pressão de exaustão: Cada máquina possui um vacuômetro que mede a pressão de exaustão do excesso de verniz na lata (*overspray*)²². Na aplicação é colocada uma quantidade um pouco maior de verniz (cerca de \approx 5 mg), para que a região interna até na cabeça da lata fique totalmente preenchida com o verniz. Desta forma existe uma caixa coletora de verniz que é responsável por coletar todo este verniz em excesso. O verniz coletado poderá ser reaproveitado novamente no processo, mantendo-o em condições específicas de trabalho. Na máquina existe este vacuômetro que garante que esta caixa esteja sempre limpa para evitar sujeira nos bicos ou na lata, mantendo sempre os filtros de exaustão limpos, facilitando o fluxo do excesso do verniz, garantindo uma lata com menor metal exposto possível.

- Lavadora: Máquina que tem função de preparar a superfície da lata de alumínio adequadamente, proporcionando-lhe uma boa resistência contra corrosão e também uma adesão uniforme no revestimento de tintas e vernizes. Todas as possíveis sujidades (óleos, graxas, sabões e sujeiras em geral da fábrica) são retirados através de 8 estágios de tratamento:

- Pré-enxágue: Nesta etapa a lata sofre um pré-enxágue para diminuir a tensão superficial da sujeira sobre o metal

- Pré-lavagem: Neste processo são retirados as camadas mais grossas de sujidades, diminuindo a tensão superficial da lata

- Lavagem Química: Neste processo são retirados os resíduos orgânicos

- *Drag-out* (1º Enxágue): Responsável por remover todos os produtos utilizados na lavagem química.

- Tratamento Químico: Neste processo há a aplicação de uma camada de proteção química à superfície externa da lata, protegendo-a contra oxidação.

- 2º Enxágue: Neste processo é retirado qualquer resíduo na superfície da lata, prevenindo a continuidade das reações químicas.

- Água Deionizada: Neste estágio a lata é banhada pela água deionizada vinda do tanque do próprio estágio. Esta água é isenta de sais minerais e desta forma consegue absorver todos os sais presentes na superfície da lata, evitando que a lata fique com depósitos destes sais no metal.

²²*Overspray*: Sobra do spray, ou seja, no processo de aplicação de verniz, geralmente a pistola aplica uma quantidade de verniz no extremo superior da lata, para que a lata fique totalmente preenchida pelo verniz, o que caracteriza uma dosagem de verniz a mais, chamada então de *overspray*.

- *Mobility*²³: Responsável por quebrar a tensão de película da lata, afim de remover concentrações de sais, por aumentar a resistência à descoloração da superfície do fundo da lata, por dar maior resistência a corrosão e por aumentar a mobilidade em transportadores e impressoras e também permite a redução da rugosidade da lata.

- Forno de secagem: O objetivo do forno é retirar toda umidade da superfície da lata, preparando-a para impressão.

O banho da Lavadora influencia na aplicação de verniz no *Inside Spray*, pois caso não haja um tratamento químico correto, o verniz não cobrirá totalmente o interior da lata ou até poderá reagir com um óleo residual o que acarretaria no metal exposto. Desta forma o ajuste químico da Lavadora é essencial, pois se houver uma desregularidade do seu padrão, ocasionando um banho químico defeituoso nos estágios citados, teremos que alterar o padrão do *Inside Spray*, realizando uma manobra para aumentar a rotação das latas, o que possibilitaria o acerto da lata evitando o metal exposto, porém ao aumentarmos o giro das latas, aumentamos também a quantidade de consumo de verniz. As falhas causadas pela Lavadora com consequência no *Inside Spray* ocorrem quando:

- Há uma concentração do banho acima da faixa especificada
- A condutividade do banho está acima do máximo especificado
- Teor de sílica na água DI está acima do especificado

• *Inside Back Oven*(I.B.O.): Forno à gás (GNA ou GLP) utilizado para secar ou “curar” o verniz aplicado internamente na lata no *Inside Spray*. Neste processo há circulação de ar quente em duas zonas de aquecimento a 410°F. O tempo de exposição da lata ao calor é de aproximadamente de 240 segundos. Este forno também é uma variável que influencia na questão final da aplicação de verniz, ou seja, o verniz necessita de uma cura para determinar sua performance correta na lata, assim se o forno não estiver bem ajustado, todo o trabalho de aplicação não será suficiente.

²³ *Mobility*: Mobilidade, ou seja através deste estágio da Lavadora há a lavagem da mesma, responsável por aumentar a resistência à descoloração da superfície do fundo da lata, fazendo com que a lata tenha maior mobilidade nos processos seguintes.

Todas estas variáveis citadas, ajustadas é possível otimizar o consumo de verniz, diminuindo o peso de verniz por lata, ajustar a distribuição da camada de verniz aplicada e manter o metal exposto em um padrão satisfatório para as metas da fábrica e do cliente.

Porém nem todas as variáveis citadas estavam fora do padrão correto, além disto, em um sistema devemos ajustar variável por variável e não alterar todas, uma vez desta forma nunca conseguiremos achar a verdadeira variável ou as variáveis chaves do processo. Assim verificaremos na implementação do trabalho que foram ajustadas algumas variáveis chaves que já deram o resultado esperado, mantendo as outras como se apresentavam no início, verificando assim que o sistema apresentava variáveis principais e secundárias no processo. Ao ajustarmos estas variáveis, conseguimos resolver por conseqüência, além do peso de verniz e da distribuição de camada, outro fator importante que a presença de metal exposto.

3.3 Metal exposto

O metal exposto indica áreas dentro da lata onde a cobertura de verniz foi insuficiente, é um fator controlável na concepção de produção de latas de alumínio, porém sua intensidade é determinada por variáveis que são limitantes no processo, no qual existem valores aceitáveis dentro do processo. Para se medir o metal exposto, utiliza-se um recipiente chamado Enamel Rater²⁴, onde se coloca uma solução eletrolítica de 1% de sal e se faz a leitura de quantos miliampereres (mA). Miliamper é a relação do fluxo de corrente na área onde se observa o metal exposto e ao se utilizar uma solução de sulfato de cobre é possível revelar exatamente o ponto do metal exposto como mostra a figura abaixo.

²⁴ EnamelRater: Recipiente utilizado para a medição do metal exposto a partir de uma solução eletrolítica.

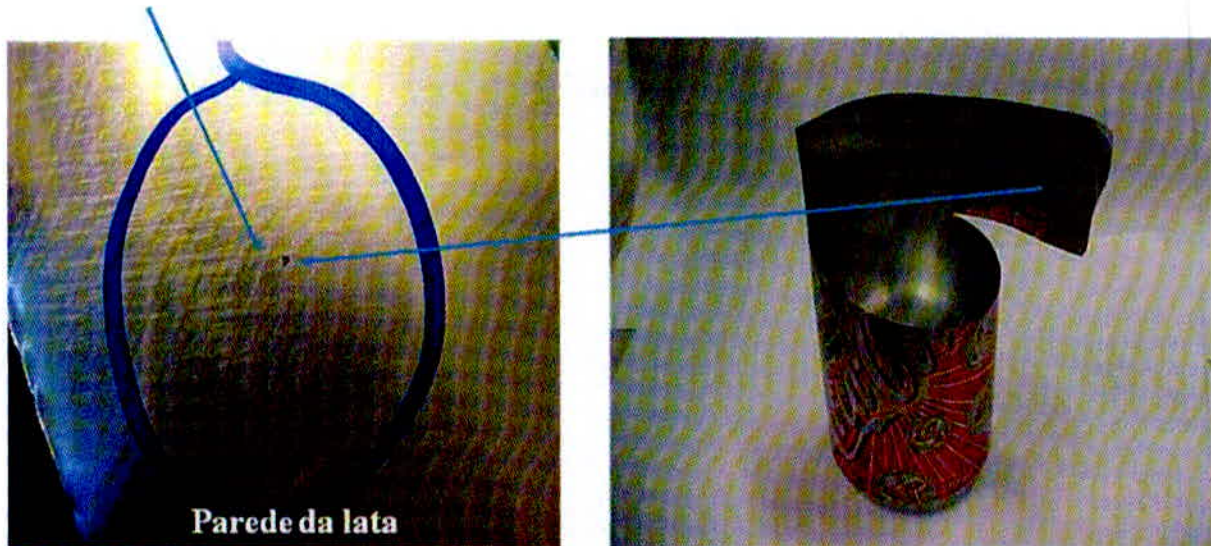


Figura 08: Metal exposto na lata de alumínio. FONTE: Manual de treinamento *Inside Spray*, Rexam, 2010

Principais causas do metal exposto:

- Bolhas no fundo da lata: Bolhas formadas na superfície do verniz já curado (secado), devido a aplicação de verniz muito alta, localização errada da pistola ou temperatura errada.
- Blushing²⁵: A aparência do verniz apresenta-se opaca ou esbranquiçada, devido a uma falha de cura no forno I.B.O.
- Falha de Adesão: O verniz não se adere a lata de alumínio, sendo sua remoção realizada facilmente, devido a uma falha de cura ou falta de limpeza na lata na Lavadora.

Assim, determinado os setores (variáveis controláveis) do processo, os defeitos que podem ocorrer e os parâmetros que seriam possíveis alcançarem, demos início a parte de implementação dos ajustes das principais variáveis da máquina para chegarmos a um padrão ótimo de aplicação, já que durante o start up (início) da fábrica, havia um padrão pré-estabelecido para dar início ao processo, porém este padrão será melhorado e otimizado nos ajustes realizados.

²⁵Blushing: Mancha (Marca) vista no interior da lata quando há uma falha de cura de verniz, geralmente é esbranquiçada.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O processo de ajuste das variáveis tem início a partir do momento que verificamos a possibilidade de diminuir o consumo de verniz, manter uma boa distribuição de camada e um metal exposto em um valor de até 100 mA no LSE (limite superior) para lata de cerveja de 12oz (*ounce*)²⁶ e de até 25mA para lata de refrigerante. Esta diferença ocorre devido à lata que será envazada com refrigerante sofrer uma ação corrosiva maior devido aos componentes do mesmo, ou seja, a presença de ácidos, conservantes e produtos de alto nível tóxico para o alumínio.

O peso do verniz por lata em específico apresentava a necessidade de ser reduzido. Inicialmente o peso da lata com verniz apresentava um valor de aproximadamente 150mg de verniz por lata. Estes valores citados serão comprovados na seqüência do trabalho na parte de análise de resultados, onde será possível verificar a redução drástica que ocorreu no processo ao mostrarmos as medições que realizamos constantemente em um programa chamado QAS, *Quality Assegure Security*²⁷(Controle de Qualidade Assegurada), onde é possível verificar os valores antes do ajuste e os valores depois do ajuste detalhadamente.

No processo o LIE (limite inferior) do peso de verniz é de 85mg por lata, devido ao cálculo realizado pela área da lata e o preenchimento correto de todo seu interior para manter uma boa distribuição de camada. Os cálculos serão baseados na estatística em *PpK*, desvio padrão, LSE e LSI para validar o processo.

A máquina *Inside Spray* de Pouso Alegre apresentava um valor inicial de peso de verniz por lata superior ao de outras unidades da Rexam. Assim determinamos as variáveis principais da máquina que poderiam ser ajustadas e adequadas ao nosso padrão de produção para diminuir o consumo de verniz conseguimos desenvolver um método no qual mostraremos a seguir as variáveis que foram ajustadas a principio para aproximarmos ao padrão que a Rexam necessita.

²⁶*Ounce*: Medida americana que corresponde a aproximadamente 30 miligramas.

²⁷*Quality Assegure Security*: Controle de Qualidade Assegurada, sistema no qual todas as medições na linha de produção são inserido, possibilitando um banco de dados e parâmetros a serem seguidos e melhorados.

A princípio não tínhamos os valores que seriam descobertos somente após realizarmos os testes, ou seja, determinamos uma máquina para ajuste e constantemente realizávamos as medições para verificar a redução do consumo, assim começamos a ajustar a máquina até chegar ao valor de ajuste que será evidenciado na análise de resultados.

Esta máquina ao chegar ao valor esperado se tornou o Benchmark do nosso processo, que depois, seus ajustes seriam replicados as outras máquinas para equalizarmos o sistema. Para ajustar as principais variáveis (distância da lata, altura, nivelamento, ângulo das pistolas e bicos injetores), utilizamos o padrão que segue a seguir com os procedimentos para ajuste das variáveis.

4.1 Ajuste das variáveis

- Parar a máquina: Primeiramente é preciso parar a máquina que pode ser feito ao pressionarmos o botão de emergência como segue a foto abaixo ou pode-se também parar a máquina pressionando o botão que para a máquina normalmente



Figura 09: Botão acionado parando a máquina. FONTE: Celso Luis Carvalho Júnior, *Inside Spray*, Rexam, 2011.

- Retirar coifa de exaustão: Para manuseio do conjunto das pistolas é necessário retirar a coifa de exaustão que tem função de reter a névoa produzida pelo verniz na aplicação. A coifa é direcionada a névoa até a caixa de resíduos de verniz como mostra a figura abaixo.

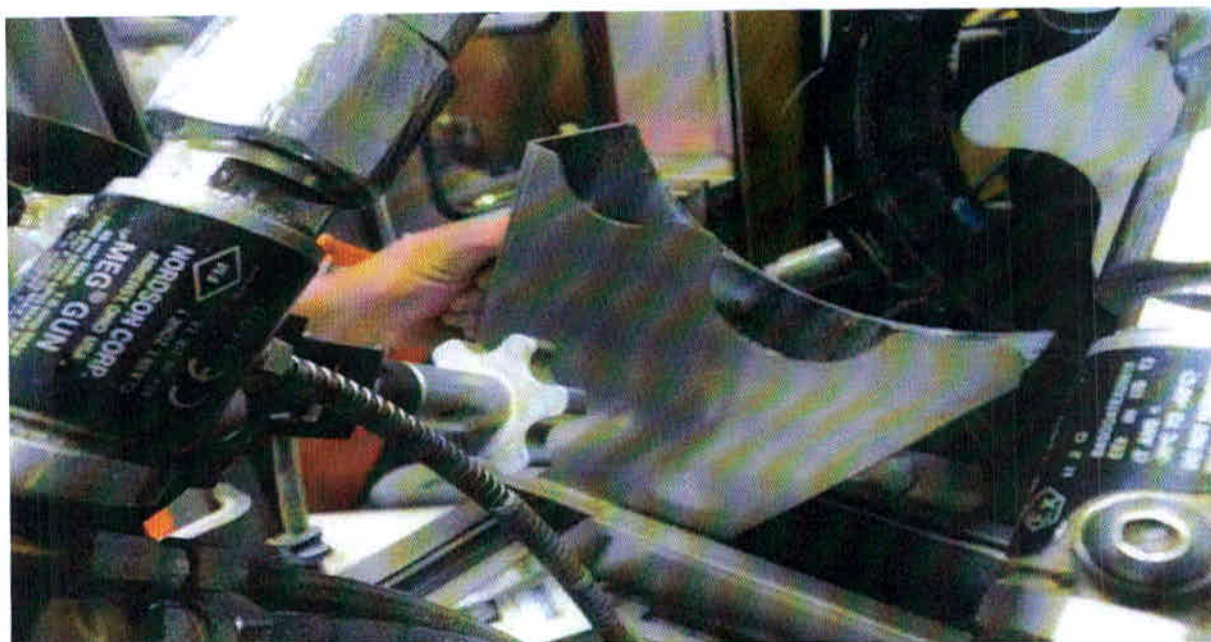


Figura 10: Retirada da coifa de exaustão para manuseio das pistolas FONTE: Celso Luís Carvalho Júnior, *Inside Spray*, Rexam, 2011

- Gabaritos: Os gabaritos são confeccionados em nylon e simulam uma lata de alumínio convencional. Existem dois gabaritos um para ajuste da primeira pistola e um para ajuste da segunda pistola. Pelo gabarito regulamos todas as principais variáveis do processo, pois permite visualizar a posição correta das pistolas dependendo da variação dos ajustes.



Figura 11: Gabarito da 1ª pistola para ajuste. FONTE: Celso Luis Carvalho Júnior, *Inside Spray*, Rexam, 2011

Os gabaritos possuem um pendulo fixado em sua superfície que deve estar perpendicular a linha do seu eixo, isto permite que o sistema fique alinhado e mostra a fixação correta dos gabaritos na estrela de transferência, o que também proporciona uma fixação correta da lata com relação ao vácuo. Veja na figura abaixo os dois gabaritos posicionados na estrela com pêndulo exatamente perpendicular.

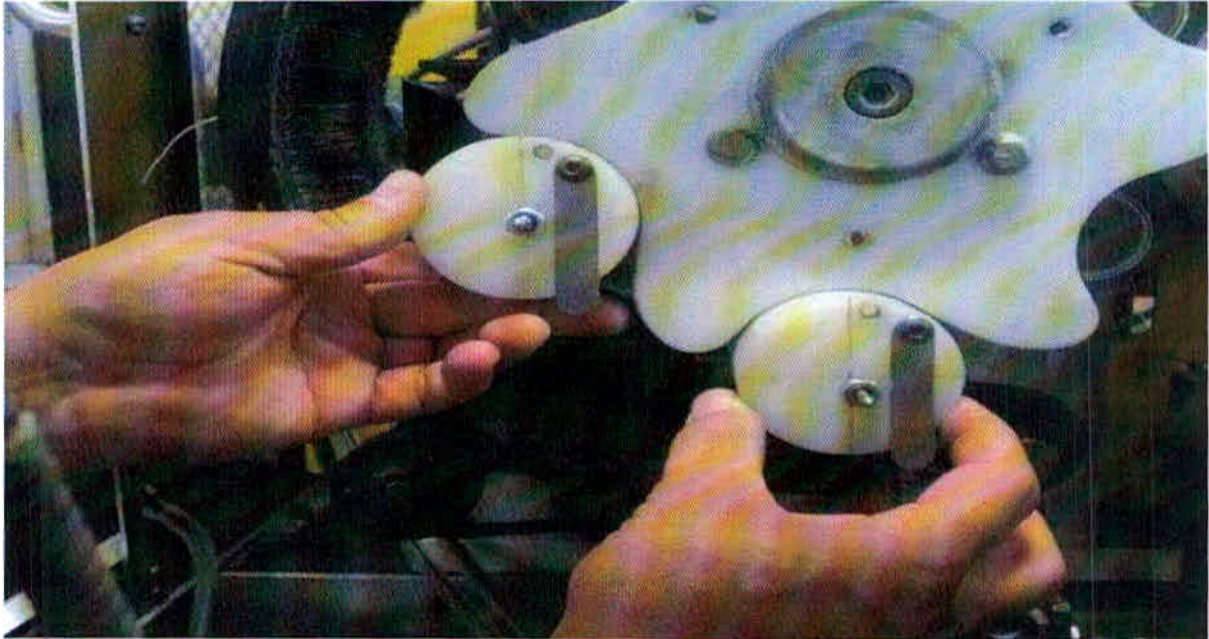


Figura 12: Posicionamento dos gabaritos das pistolas na estrela de transferência. FONTE: Celso Luis Carvalho Júnior, *Inside Spray*, Rexam, 2011.

- Nivelamento das pistolas: uma variável importante é o nivelamento das pistolas, uma vez ajustados os gabaritos, realiza-se o nivelamento das pistolas no sentido horizontal de seu eixo. O sistema possui fusos para ajustar as pistolas de acordo com a necessidade, para alterar o ajuste, basta redirecionar os fusos e realizar o ajuste. Extremamente importante para que o bico da pistola fique centrado no centro do gabarito (centro da lata). A figura abaixo mostra o fuso que é ajustado, em específico da segunda pistola e também o vão que possibilita diferentes níveis de nivelamento horizontal.



Figura 13: Fuso para nivelar as pistolas. FONTE: Celso Luis Carvalho Júnior, *Inside Spray*, Rexam, 2011.

Um detalhe importante é a posição do medidor do nivelamento, que possui uma graduação de 0° a 90° que marca o nível de desnivelamento das pistolas, veja, por exemplo, que está exatamente no ponto 0° , evidenciando um nivelamento correto das pistolas.



Figura 14: Medidor de nivelamento acusando exatamente 0° , pistola nivelada. FONTE: Celso Luis Carvalho Júnior, *Inside Spray*, Rexam, 2011.

- Distância das pistolas com relação à boca da lata: Ajuste horizontal realizado nas pistolas para aproximar ou distanciar os bicos das pistolas, essencial para dosar a quantidade de verniz no interior da lata e para o preenchimento interno da lata eficiente, ou seja, um bico muito distante não preencherá totalmente o interior da lata, já um bico muito próximo, causará

excesso de verniz no fundo da lata em específico, o que acarretaria uma má distribuição de camada com uma lata muito verniz no fundo, porém pouco verniz nas paredes e na parte superior.



Figura 15: Fuso de ajuste de distância do bico da pistola com a lata. FONTE: Celso Luis Carvalho Júnior, Inside Spray, Rexam, 2011.

A visualização do ajuste é realizada por uma régua milimétrica, fixada sobre o fuso, onde apresenta um marco zero e a partir daí, é posicionado o local correto da aproximação, sendo a contagem em milímetros para mais ou para menos dependendo do marco zero da régua como mostra a figura abaixo. O sistema é o mesmo tanto para a primeira quanto para a segunda pistola. Em nosso trabalho diminuimos mais esta distância para que, mantida uma pressão de aplicação estável, fosse possível a pistola aplicar o verniz em toda lata com uma boa distribuição de camada. Quanto mais longe as pistolas estiverem mais haverá desperdícios de verniz, porém não podemos aproximar tanto para que não haja um excesso de verniz no *dome*²⁸ (base) da lata. Veja na figura a régua para ajustar esta distância.

²⁸*Dome*: Base, usualmente utilizamos este termo para referenciar a base da lata.

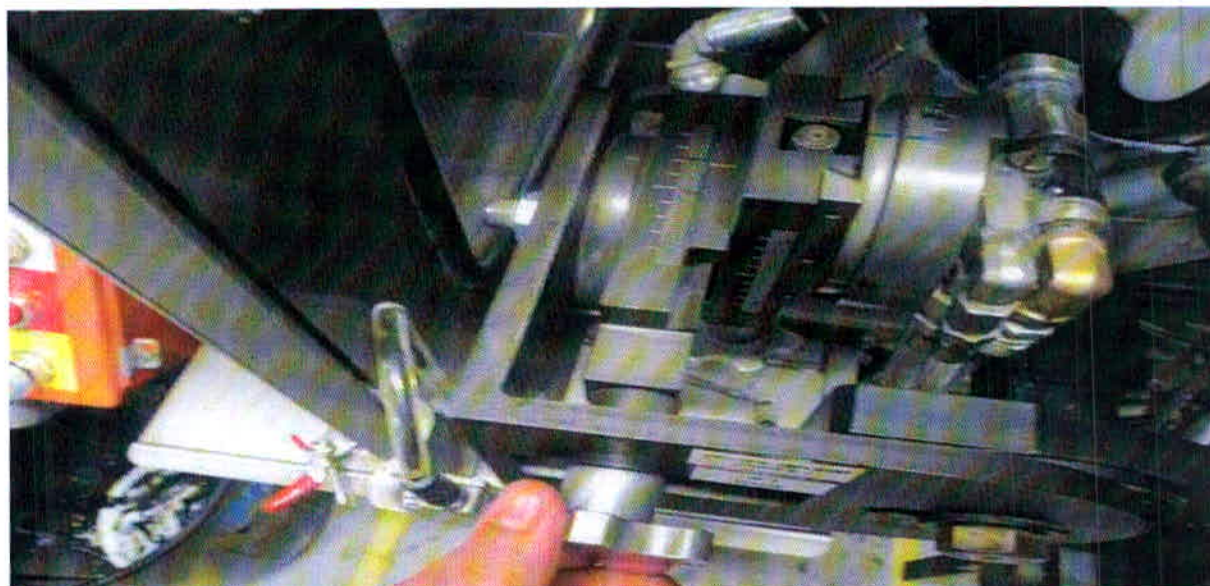


Figura 16: Destaque para régua milimétrica fixada sobre o fuso para ajuste da distância. FONTE: Celso Luis Carvalho Júnior, *Inside Spray*, Rexam, 2011.

• **Ângulo das Pistolas:** Variável que ajustada permite uma inclinação correta das pistolas, possibilitando uma aplicação de verniz correta no interior da lata sem excessos e sem falta de verniz em qualquer ponto interno da lata, lembrando que a 1ª pistola (superior) possui angulação diferente da 2ª pistola (inferior). O sistema também possui uma roldana angular que possui um marco 0° e a partir daí o ângulo é considerado com um valor positivo ou um valor negativo. No trabalho alteramos a angulação das duas pistolas para que aplicação do verniz preenchesse totalmente a lata. Veja na figura o fuso de fixação do ângulo, em específico da 2ª pistola e ao fundo os dois gabaritos fixados com auxílio de uma fita elástica, utilizada para prender os gabaritos na posição enquanto realizamos outros ajustes.

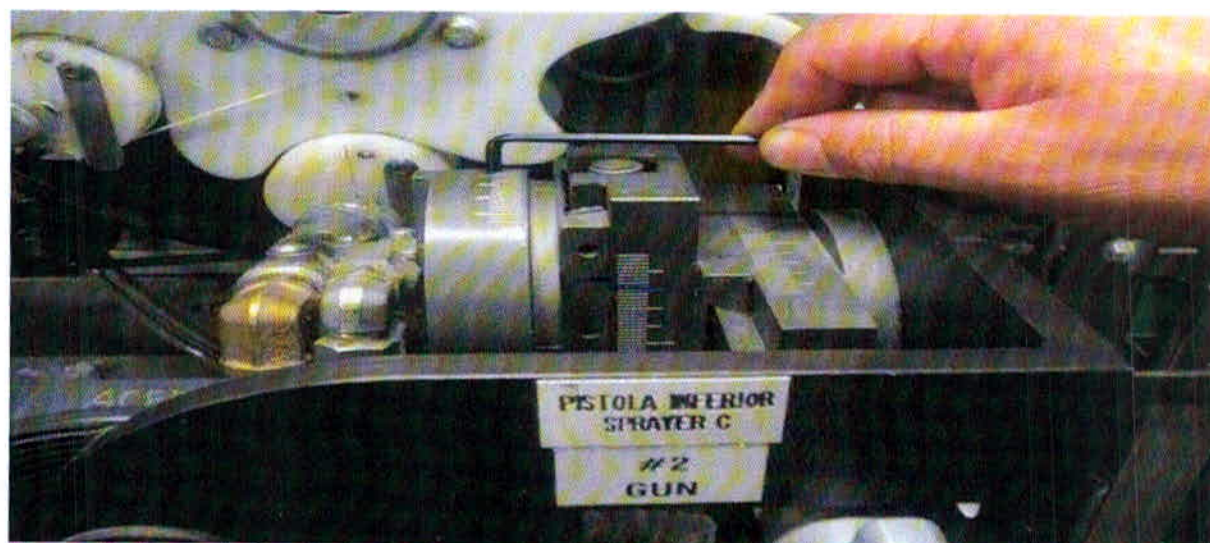


Figura 17: Ajuste do Ângulo da pistola a partir da régua de referência. FONTE: Celso Luis Carvalho Júnior, *Inside Spray*, Rexam, 2011.

- **Altura das pistolas:** No ajuste da altura das pistolas é possível posicionar a pistola com relação ao seu eixo vertical, ou seja, a pistola deve estar exatamente no centro da lata com relação ao eixo vertical para correta aplicação e conseqüentemente uma boa distribuição de camada no interior da lata. O sistema é ajustado de maneira semelhante ao da distancia da lata, possui um fuso no qual é possível controlar a posição vertical da pistola como mostra a figura.

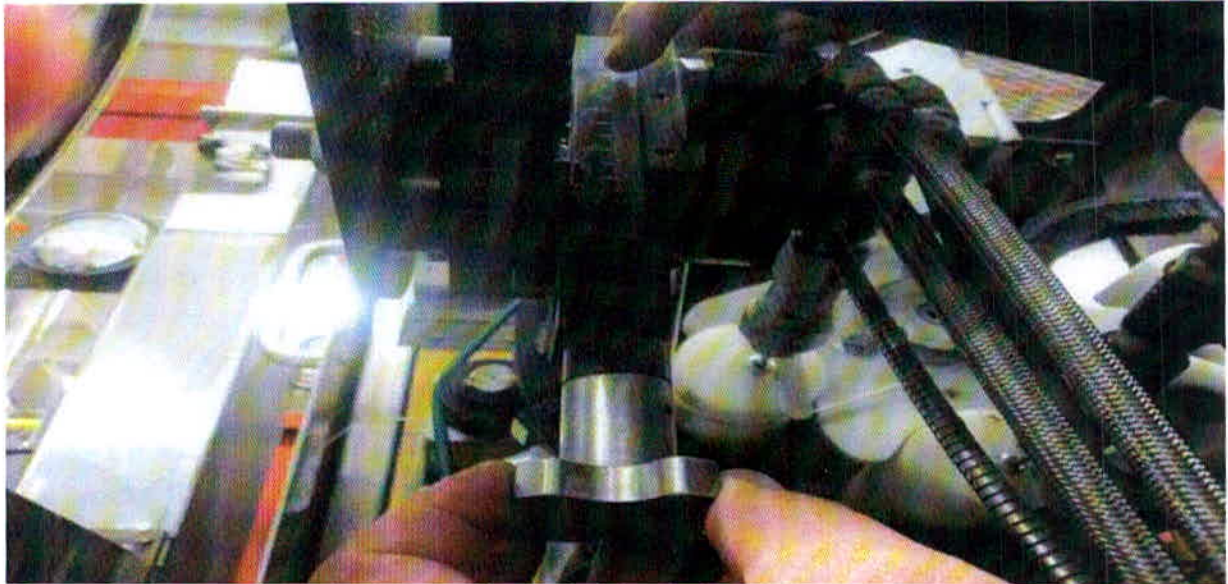


Figura 18: Fuso para ajuste da altura no eixo vertical da pistola.FONTE: Celso Luis Carvalho Júnior, *Inside Spray*, Rexam, 2011

Neste sistema a régua milimétrica também está presente, com seu marco zero, podendo a altura ser ajustada com valores positivos ou com valores negativos dependendo do referencial do ponto zero. Na figura abaixo é possível verificar a régua e os pontos que são utilizados para travar este ajuste. Veja também que as réguas estão todas evidenciadas e seus pontos de fixação também, ou seja, a régua horizontal, angular e vertical. E no nosso trabalho aumentamos a altura da 1ª pistola e diminuimos a altura da 2ª pistola, já que as pistolas possuem posições de aplicação diferentes.

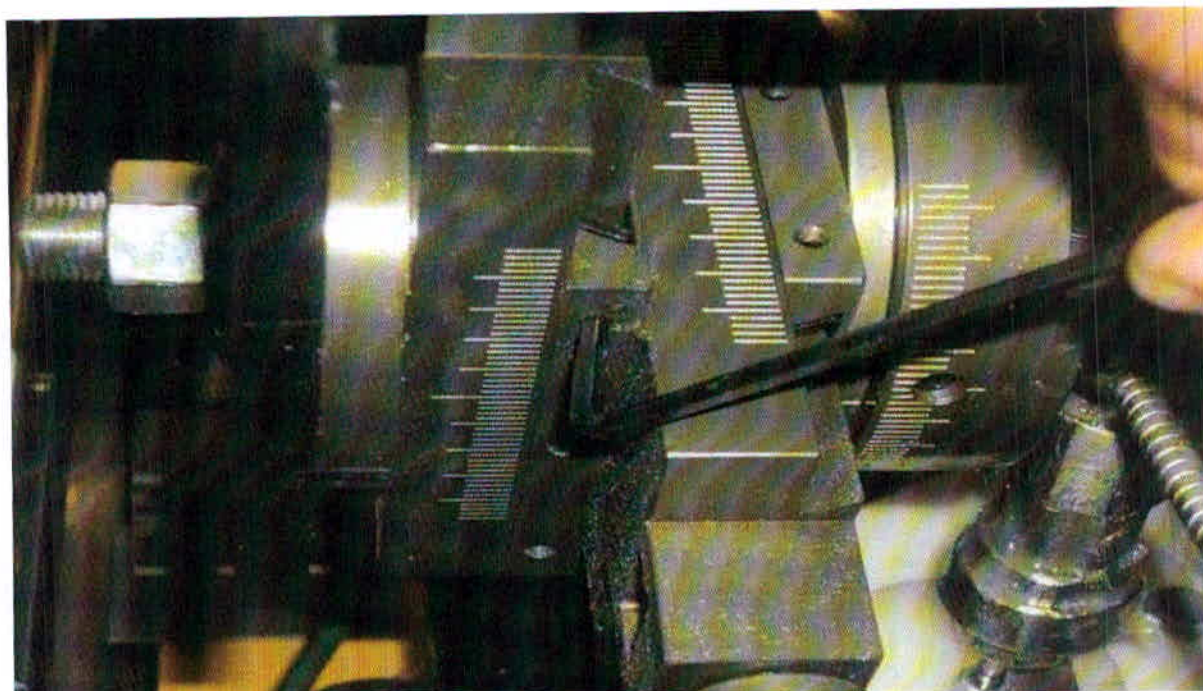


Figura 19: Régua vertical em questão e as demais régua com seus pontos de fixação. FONTE: Celso Luis Carvalho Júnior, Inside Spray, Rexam, 2011.

Após estes ajuste é possível ter pistolas com os bicos exatamente no centro do gabarito (lata), como mostra figura a seguir depois do ajuste destas variáveis.

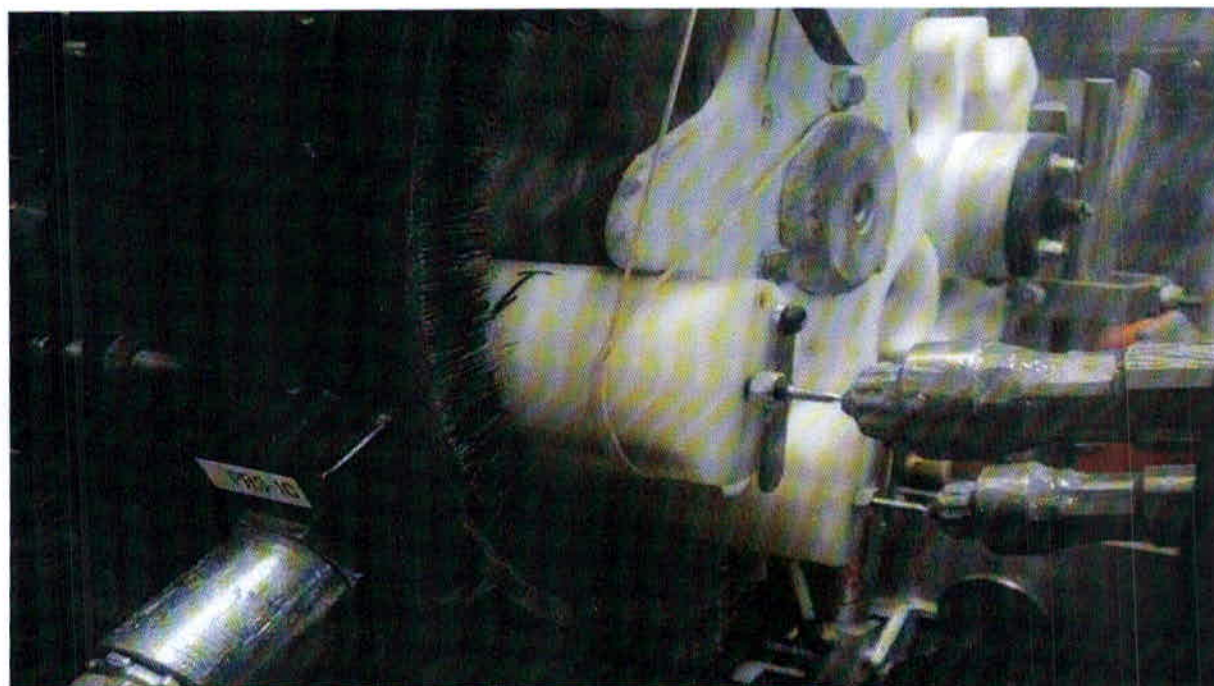


Figura 20: Pistolas ajustadas no centro dos gabaritos. FONTE: Celso Luis Carvalho Júnior, Inside Spray, Rexam, 2011

- **Bicos Injetores:** Os bicos injetores são ajustados a partir de um molde que é fixado em sua extremidade. O molde tem função de servir de apoio para o ajuste do nivelamento no centro do gabarito e das pistolas. O nivelamento do bico é realizado com o mesmo aparelho que realiza o nivelamento das pistolas, sendo a posição 0° o nível exato.

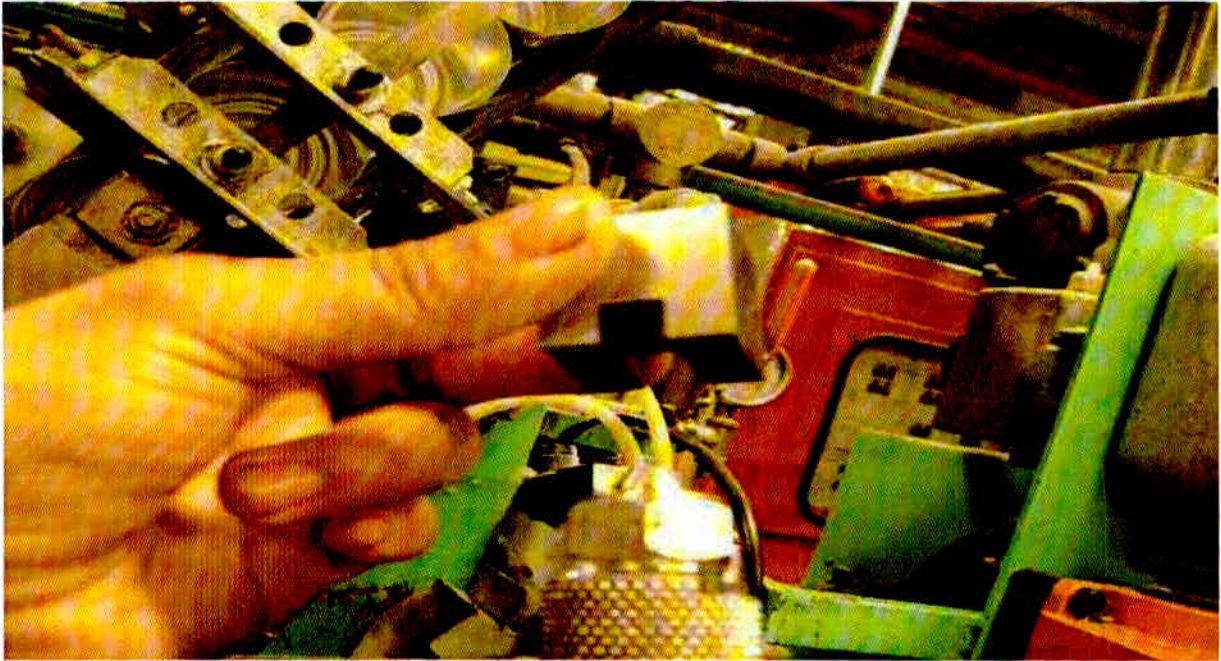


Figura 21: Molde de aço fixado na ponta do bico para nivelamento do mesmo. FONTE: Celso Luis Carvalho Júnior, Inside Spray, Rexam, 2011

- **Temperatura (Chiler):** O Chiler é um painel controlador da temperatura do sistema. A temperatura apresenta influência na aplicação do verniz dependendo do seu valor alto ou baixo para o processo, ou seja, inicialmente apresentava um valor de 75°F, aproximadamente 24°C, sendo alterado para 70°F, aproximadamente 21°C. Assim ao diminuirmos a temperatura aumentamos a densidade do verniz, conseqüentemente possibilitou um preenchimento maior no interior da lata pelo verniz, porém sem aumentar seu consumo.

Algumas variáveis como pressão das pistolas, pressão de vácuo (-2,61psi), pressão de exaustão (1,5psi), e o leque de verniz, que já se apresentava na posição horizontal, não houve necessidades de mudanças e mantiveram seus valores como estavam no início do processo. Além disto, verificamos detalhes como limpeza dos filtros, bicos injetores sem obstrução e limpeza da máquina que permaneceram semelhantes ao início do processo antes do ajuste. Os ajustes realizados só teriam seus padrões alterados caso houvesse a necessidade de compensar com o verniz algum processo anterior que estivesse fora de sua especificação.

5 ANÁLISES DE RESULTADOS

Os valores iniciais médios dos pesos de verniz por lata no início do ano, em específico, no mês de Janeiro, em todas as máquinas apresentavam-se da seguinte maneira, com as medições realizadas sendo inseridas no *QAS*. Veja que a média se encontra muito acima do LIE, o que estimulou a realização dos ajustes e a possibilidade real de redução do consumo de verniz.

| Varíavel | Produto | Tipo de variável | LIE | LSE | Unidades | #VM | #OOS | #OOS | Medições | Min | Máx. | Méd. | SD | Xbar+3s | Xbar-3s | Range | Mean Deviation | Pp | Ppk L | Ppk Sup | Ppk |
|---------------------------|--------------------|--------------------------------|-------|-----|----------|-----|------|------|----------|------|-------|---------|--------|---------|---------|-------|----------------|----|-------|---------|------|
| Média Peso Verniz Interno | LTEnv-12oz-Cerveja | Spray-11 | 85,00 | | mg | 64 | 0 | 0 | | 89 | 168,5 | 133,461 | 20,681 | 195,503 | 71,419 | 77,5 | | | 0,76 | | 0,76 |
| Média Peso Verniz Interno | LTEnv-12oz-Cerveja | Spray-12 | 85,00 | | mg | 62 | 0 | 0 | | 88,5 | 140 | 123,371 | 12,91 | 162,101 | 84,641 | 51,5 | | | 0,99 | | 0,99 |
| Média Peso Verniz Interno | LTEnv-12oz-Cerveja | Spray-13 | 85,00 | | mg | 82 | 0 | 0 | | 98 | 148,5 | 127,008 | 18,402 | 182,215 | 71,601 | 50,5 | | | 0,76 | | 0,76 |
| Média Peso Verniz Interno | LTEnv-12oz-Cerveja | Spray-14 | 85,00 | | mg | 62 | 0 | 0 | | 102 | 193,5 | 135,242 | 21,734 | 200,443 | 70,041 | 91,5 | | | 0,77 | | 0,77 |
| Média Peso Verniz Interno | LTEnv-12oz-Cerveja | Spray-15 | 85,00 | | mg | 63 | 0 | 0 | | 99 | 156 | 133,687 | 16,974 | 184,588 | 82,748 | 57 | | | 0,96 | | 0,96 |
| Média Peso Verniz Interno | LTEnv-12oz-Cerveja | Spray-16 | 85,00 | | mg | 63 | 0 | 0 | | 103 | 153 | 133,488 | 17,024 | 184,54 | 82,398 | 50 | | | 0,95 | | 0,95 |
| Média Peso Verniz Interno | LTEnv-12oz-Cerveja | [Todos os estágios de máquina] | 85,00 | | mg | 378 | 0 | 0 | | 83,5 | 193,5 | 131,063 | 18,572 | 186,779 | 75,347 | 105 | | | 0,83 | | 0,83 |

Tabela 01: Médias dos pesos de verniz no início deste ano com desvio padrão e PPK. FONTE: *QAS*, Rexam, 2011.

Para início do trabalho selecionamos o *Inside Spray* 13, na produção existem 6 máquinas *Inside Spray*, 11,12,13,14,15 e 16, assim escolhemos o *Inside Spray* 13, pois já apresentava uma boa distribuição de camada, se tornando nossa máquina de testes e que posteriormente se tornaria o benchmark do processo. Os valores das variáveis desta máquina se apresentavam com os seguintes resultados no início da produção em Janeiro deste ano.

5.1 Antes dos ajustes

1ºPistola

- *Timer* da pistola: 69ms
- RPM: 2600rpm
- Distância: 13mm
- Altura: +8mm
- Pressão: 600psi
- T: 24°C
- Ângulo: -10°

2ºPistola

- *Timer* da pistola: 69ms
- RPM: 2600rpm
- Distância: 20mm
- Altura: -4mm
- Pressão: 600psi
- T: 24°C
- Ângulo: -4

Com estes valores acima, o desempenho do *Inside Spray*, em específico, a máquina 13, apresentava-se com os valores médios de verniz por lata muito elevado como mostra a figura abaixo. Os dados são retirados do programa *QAS*, no qual os técnicos das máquinas inserem as medições periodicamente.

| Variável | Produto | Tipo de variável | LSE | LSE | Unidades | SV | BOOS | DOE | Medidas | Gas | Mín. | Máx. | Méd. | SD | Xbar + 3s | Xbar - 3s | Range | Mean | Deviation | Pp | Ppk L | Ppk U | Ppk |
|------------------------|---------------------|------------------|------|-----|----------|-----|------|-----|---------|-----|--------|-------|--------|-------|-----------|-----------|-------|------|-----------|----|-------|-------|------|
| Peso do verniz interno | J.TEnv-12oz-Cerveja | Resumo | 05,0 | | mg | 124 | 0 | 0 | 97 | 160 | 127,01 | 18,36 | 162,08 | 71,94 | 63 | | | | | | 0,76 | | 0,76 |

| Período | Data From | Data To | Month | Cuebra por | Estágo de máquina | Classe de aquisição | Tipo de especificação | Tipo de variável |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------|------------|-------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|
| Mês selecionado | 01-01-2011 00:00:00 | 01-02-2011 00:00:00 | Janeiro | Resumo | Spray-13 | Executar | [Default] | Peso do verniz interno |
| Run Date | 27-09-2011 13:47:19 | | | | | | | |

Tabela 02: Dados médios das medições do peso da lata com verniz em Janeiro. FONTE: *QAS*, Rexam, 2011.

Para que possam ser realizadas as medições do peso do verniz, marcamos as latas com um pincel colorido, antes de colocarmos na esteira que alimenta o *Inside Spray*. Assim

conseguimos medir o peso da lata em cada máquina. Esta marcação nos possibilitou medir o peso separadamente por máquina, que realizamos antes e posteriormente aos ajustes para verificarmos como estava o processo e depois então implantar os valores no *QAS*. Porém, inicialmente testamos uma máquina, o *Inside Spray 13*.

Com relação a média da figura acima, verificamos um valor acima do LIE, com um desvio padrão elevado, ocasionando um alto consumo de verniz. Estes valores são calculados automaticamente pelo sistema através das seguintes fórmulas:

5.2 Desvio-padrão calculado:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{\bar{x}})^2}{(n-1)}}$$

$\bar{\bar{x}}$ = Média das médias dos subgrupos

n = Total de amostras

5.3 PPK:

$$\text{MIN} \left(\frac{\text{LSE} \cdot \bar{\bar{x}}}{3\sigma}, \frac{\bar{\bar{x}} \cdot \text{LIE}}{3\sigma} \right)$$

LSE = Limite superior de especificação

LSI = Limite inferior de especificação

Para um *PPK* baixo < 1 temos a seguinte variação com grandes diferenças nos limites de especificação:

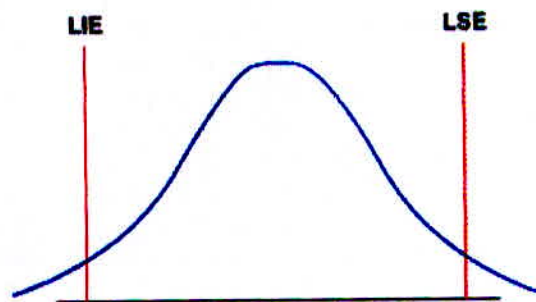


Gráfico 01: $PPK < 1$. FONTE: <http://www.datalyzer.com.br>

Para um PPK alto > 1 temos baixa variação entre os limites de especificação:



Gráfico 02: $PPK > 1$. FONTE: <http://www.datalyzer.com.br>

Para um PPK bom $= 1$ temos a seguinte variação com os valores menores que os limites de especificação:

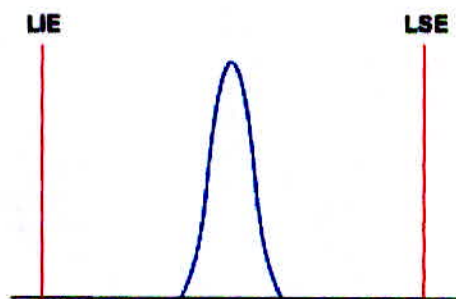
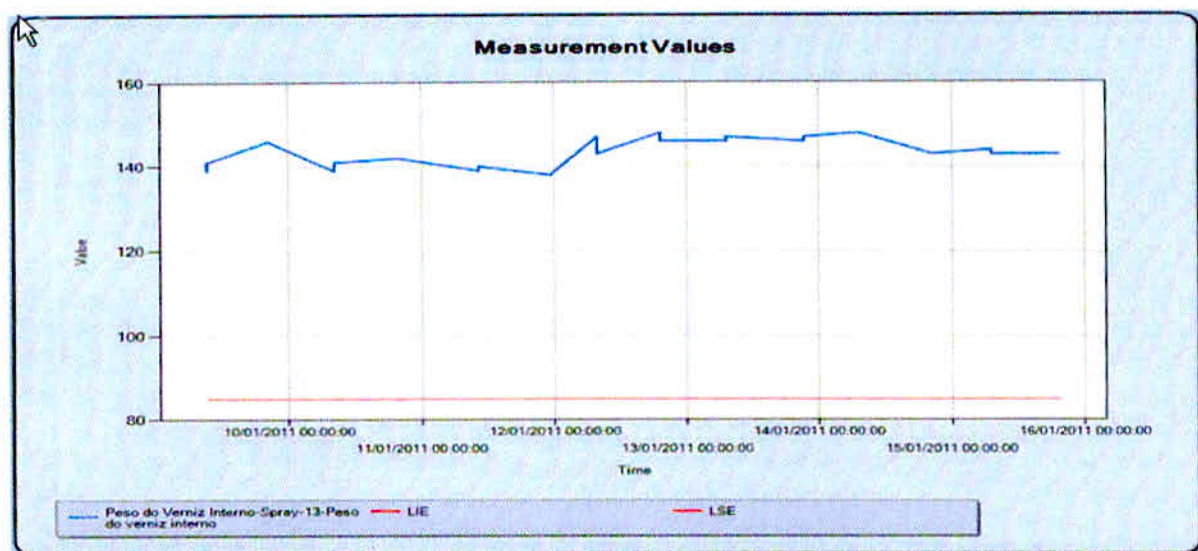


Gráfico 03: $PPK = 1$. FONTE: <http://www.datalyzer.com.br>

As medições realizadas no período nas primeiras semanas Janeiro na máquina 13 possibilitaram o seguinte gráfico. Veja que o peso se mantém com aproximadamente 150mg.



| Período | Mass Number | Date From | Date To | Estágio de máquina | Classe de equação | Tipos de especificação | Tipos de variável | Atividade Type |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|------------------------|------------------------|----------------|
| Operação Específica | 102-AN-111 | 08-01-2011 00:00:00 | 18-01-2011 00:00:00 | Spray-13 | Executar | Default | Peso do verniz interno | All |
| Ignored Measurements | Run Date | | | | | | | |
| Run Date | 12-01-2011 10:12:49 | | | | | | | |

Gráfico 04: Medições do Peso do verniz QAS do Inside Spray 13 no mês de Janeiro. FONTE: QAS, Rexam, 2011.

O metal exposto se apresentava com os seguintes valores nos primeiros meses do ano:

| Variável | Produto | Tipos de variável | LIE | LSE | Unidades | AVM | POCO | OCOS | Medições | Min | Máx | Méd | SD | Year-3s | Year-1s | Range | Mean Deviation | Pl | Rpk-L | Rpk-U | Ppk-L | Ppk-U |
|---------------------|--------------------|-------------------|-----------|--------|----------|------|------|-------|----------|--------|--------|-------|----|---------|---------|-------|----------------|----|-------|-------|-------|-------|
| Metal exposto spray | LTErv-1202-Cerveja | Resumo | 100.00 mA | 1000.0 | 0 | 0.01 | 72.6 | 1.937 | 5.897 | 19.627 | 15.763 | 72.59 | | | | | | | | | 5.54 | 5.54 |

| Período | Data From | Data To | Month | Quebra por | Estágio de máquina | Classe de equação | Tipos de especificação | Tipos de variável | Run Date |
|-----------------|---------------------|---------------------|-------|------------|--------------------|-------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| Mês selecionado | 01-03-2011 00:00:00 | 01-04-2011 00:00:00 | Março | Resumo | Spray-13 | Executar | Default | Metal exposto spray | 13-03-2011 13:45:22 |

Tabela 03: Média do metal exposto no início do ano. FONTE: QAS, Rexam, 2011.

Veja que o metal exposto possui um LSE de 100 mA, sua média era de 1,937, com um elevado desvio padrão, chegando uma medição apontar 72,6 mA. O processo já apresentava um valor de metal exposto capaz, mas com os ajustes que foram feitos, este valor médio também foi reduzido, caracterizando uma otimização do processo, pois mostraremos a seguir que o peso foi reduzido com um metal exposto médio menor que o inicial, significando que mesmo quando reduzimos a aplicação de verniz, conseguimos reduzir também o metal

exposto médio, o que teoricamente poderia aumentar, já que esta diretamente relacionado com a quantidade e distribuição de verniz dentro da lata. As medições do peso no início do ano para a máquina 13 foram as seguintes. Estas medições foram realizadas durante todo o turno para evidenciarmos o problema.

| Aquisição | Categoria de aquisição | Line | Estágio de produção | Paço | Produto | QT | Verniz | Data e hora | M | S | P | Inventário | Método | LB | Non | LB | Valor |
|------------------------|------------------------|--------|---------------------|-------------------|--------------------|---------------|------------------------|---------------------|---|---|---|------------|--------|----|-----|----|-------|
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 09-01-2011 08:13:51 | 1 | 1 | 1 | | 139,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 09-01-2011 08:13:51 | 1 | 2 | 1 | | 141,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 09-01-2011 20:14:26 | 1 | 1 | 1 | | 146,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 09-01-2011 20:14:26 | 1 | 2 | 1 | | 146,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 10-01-2011 08:13:48 | 1 | 1 | 1 | | 138,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 10-01-2011 08:13:48 | 1 | 2 | 1 | | 141,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 10-01-2011 19:47:18 | 1 | 1 | 1 | | 142,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 10-01-2011 19:47:18 | 1 | 2 | 1 | | 142,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 11-01-2011 10:24:45 | 1 | 1 | 1 | | 138,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 11-01-2011 10:24:45 | 1 | 2 | 1 | | 140,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 11-01-2011 23:23:47 | 1 | 1 | 1 | | 138,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 11-01-2011 23:23:47 | 1 | 2 | 1 | | 138,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 12-01-2011 07:51:25 | 1 | 1 | 1 | | 147,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 12-01-2011 07:51:25 | 1 | 2 | 1 | | 143,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 12-01-2011 19:14:20 | 1 | 1 | 1 | | 146,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 12-01-2011 19:14:20 | 1 | 2 | 1 | | 146,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 13-01-2011 07:13:38 | 1 | 1 | 1 | | 146,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 13-01-2011 07:13:38 | 1 | 2 | 1 | | 147,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 13-01-2011 21:17:16 | 1 | 1 | 1 | | 146,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 13-01-2011 21:17:16 | 1 | 2 | 1 | | 147,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 14-01-2011 07:10:30 | 1 | 1 | 1 | | 148,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 14-01-2011 07:10:30 | 1 | 2 | 1 | | 148,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 14-01-2011 20:26:10 | 1 | 1 | 1 | | 143,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 14-01-2011 20:26:10 | 1 | 2 | 1 | | 143,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-RD-125C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J000000000008 | Peso do verniz interno | 15-01-2011 07:10:05 | 1 | 1 | 1 | | 144,0 | 85 | | | |

Tabela 04: Medições na máquina 13 nas primeiras semanas de Janeiro. . FONTE: QAS, Rexam, 2011.

Assim verificamos a real possibilidade de ajustar as máquinas e para isto ajustamos a máquina 13 que após vários ajustes, os valores das variáveis das pistolas foram mantidos com os seguintes valores:

5.4 Após Ajustes

| 1º Pistola | 2º Pistola |
|---------------------------------|---------------------------------|
| • <i>Timer</i> da pistola: 54ms | • <i>Timer</i> da pistola: 54ms |
| • RPM: 2200rpm | • RPM: 2200rpm |
| • Distância: +10mm | • Distância: +12mm |
| • Altura: +12mm | • Altura: +3mm |
| • Pressão: 600psi | • Pressão: 600psi |
| • T: 21°C | • T: 21°C |
| • Ângulo: -8° | • Ângulo: -6° |

Com estes valores, as medições os valores médios do peso do verniz da máquina 13 reduziram-se consideravelmente e passaram a apresentar os seguintes valores como mostra a figura abaixo:

| Nome | Produto | Tipo de variável | Unid. | Valor | Unidade | Valor | Unidade | Valor | Unidade | Valor | Unidade | Valor | Unidade | Valor | Unidade | Valor | Unidade | Valor | Unidade | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|---------------------|--------|------------|-------------------|---------------------|---------------------|------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|---------|-----------|---------|-----|------------|-------------------|---------------------|---------------------|------------------|----------------|---------------------|---------------------|--------|--------|----------|----------|-----------|------------------------|---------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Peso do verniz interno | 3.1 Env. 12oz - Carvege | Resumo | g | 65,0 | mg | 60 | 0 | 0 | 05 | 110 | 00,77 | 5,12 | 100,13 | 75,41 | 34 | | | | 0,30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Período</th> <th>Data From</th> <th>Data To</th> <th>Mês</th> <th>Quarta por</th> <th>Estado de máquina</th> <th>Classe de aplicação</th> <th>Tipo de equipamento</th> <th>Tipo de variável</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso do verniz</td> <td>01-08-2011 00:00:00</td> <td>01-08-2011 00:00:00</td> <td>Agosto</td> <td>Resumo</td> <td>Spray-13</td> <td>Execução</td> <td>(Default)</td> <td>Peso do verniz interno</td> </tr> <tr> <td colspan="9">27-08-2011 11:55:29</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Período | Data From | Data To | Mês | Quarta por | Estado de máquina | Classe de aplicação | Tipo de equipamento | Tipo de variável | Peso do verniz | 01-08-2011 00:00:00 | 01-08-2011 00:00:00 | Agosto | Resumo | Spray-13 | Execução | (Default) | Peso do verniz interno | 27-08-2011 11:55:29 | | | | | | | | |
| Período | Data From | Data To | Mês | Quarta por | Estado de máquina | Classe de aplicação | Tipo de equipamento | Tipo de variável | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso do verniz | 01-08-2011 00:00:00 | 01-08-2011 00:00:00 | Agosto | Resumo | Spray-13 | Execução | (Default) | Peso do verniz interno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27-08-2011 11:55:29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabela 05: Valores médios do peso do verniz por lata após ajustes das máquinas. . FONTE: QAS, Rexam, 2011.

As medições foram realizadas durante a primeira semana após os ajustes em horários diversos e para evidenciar os valores médios mostrados, segue os valores coletados para máquina 13.

| Aquisição | Classe de aquisição | Linha | Estágio de medição | Peça | Produto | QT | Variável | Data e hora | H | S | P | Inventory# | Medição | LIE | Non | LSE | Valor |
|------------------------|---------------------|--------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------|------------------------|---------------------|---|---|---|------------|---------|-----|-----|-----|-------|
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-R0-135C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000066 | Peso do verniz interno | 31-07-2011 07:26:07 | 1 | 1 | 1 | | 91,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-R0-135C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000066 | Peso do verniz interno | 31-07-2011 07:26:07 | 1 | 2 | 1 | | 92,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-R0-135C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000066 | Peso do verniz interno | 31-07-2011 09:11:41 | 1 | 1 | 1 | | 89,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-R0-135C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000066 | Peso do verniz interno | 31-07-2011 09:16:41 | 1 | 2 | 1 | | 89,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-R0-135C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000066 | Peso do verniz interno | 31-07-2011 19:48:20 | 1 | 1 | 1 | | 90,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-R0-135C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000066 | Peso do verniz interno | 31-07-2011 19:48:20 | 1 | 2 | 1 | | 87,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABCBE-R0-095C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000067 | Peso do verniz interno | 01-08-2011 07:35:00 | 1 | 1 | 1 | | 89,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABCBE-R0-095C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000067 | Peso do verniz interno | 01-08-2011 07:35:00 | 1 | 2 | 1 | | 89,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABCBE-R0-095C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000067 | Peso do verniz interno | 01-08-2011 20:19:51 | 1 | 1 | 1 | | 90,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABCBE-R0-095C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000067 | Peso do verniz interno | 01-08-2011 20:19:51 | 1 | 2 | 1 | | 89,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABCBE-R0-095C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000067 | Peso do verniz interno | 02-08-2011 07:19:07 | 1 | 1 | 1 | | 92,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABCBE-R0-095C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000067 | Peso do verniz interno | 02-08-2011 07:19:07 | 1 | 2 | 1 | | 91,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-R0-135C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000071 | Peso do verniz interno | 02-08-2011 20:02:11 | 1 | 1 | 1 | | 91,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-R0-135C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000071 | Peso do verniz interno | 02-08-2011 20:02:11 | 1 | 2 | 1 | | 90,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-R0-135C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000071 | Peso do verniz interno | 03-08-2011 07:47:06 | 1 | 1 | 1 | | 85,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-R0-135C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000071 | Peso do verniz interno | 03-08-2011 07:47:06 | 1 | 2 | 1 | | 85,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-R0-135C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000071 | Peso do verniz interno | 03-08-2011 19:58:39 | 1 | 1 | 1 | | 87,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABSKE-R0-135C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000071 | Peso do verniz interno | 03-08-2011 19:58:39 | 1 | 2 | 1 | | 86,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABCAE-R0-085C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000073 | Peso do verniz interno | 05-08-2011 07:56:02 | 1 | 2 | 1 | | 91,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABCAE-R0-085C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000073 | Peso do verniz interno | 05-08-2011 22:17:19 | 1 | 1 | 1 | | 91,0 | 85 | | | |
| Peso do Verniz Interno | Executar | Line-1 | Spray-13 | CAABCAE-R0-085C40 | LTEnv-12oz-Cerveja | J00000000073 | Peso do verniz interno | 05-08-2011 22:17:19 | 1 | 2 | 1 | | 91,0 | 85 | | | |

Tabela 06: Medições do peso de verniz da máquina 13 após ajustes. . FONTE: QAS, Rexam, 2011.

O processo possibilitou grande redução do valor médio do peso de verniz, porém o valor do Ppk se mostrou incapaz, isto ocorre devido à variação entre o valor mínimo e o valor máximo das medições estarem elevados, assim teríamos duas opções para ajustar: a primeira opção seria aumentar o LIE, o que não seria interessante, pois aumentaria o consumo de mínimo de verniz. A segunda opção seria reduzir o desvio padrão para aumentar o Ppk , transformando-o em um processo capaz e assim aproximar as medições dos valores mínimos

e os valores máximos das medições. Porém este fator será evidenciado em um novo projeto para a fábrica, neste em específico o objetivo foi alcançado, pois como mostramos, o peso do verniz se reduziu consideravelmente da máquina 13 e assim se tornou nosso *Benchmark* para replicamos os seus ajustes para as demais máquinas, o que possibilitou uma equalização do peso médio do verniz com valores bem abaixo dos iniciais como mostra a tabela dos valores médios das 6 máquinas *Inside Spray* da linha de produção.

| Variável | Produto | Tipo de variável | LIE | LSE | Unidades | #VM | #OOS | #OOS | Medições | Mín. | Máx. | Méd. | SD | Xbar+3s | Xbar-3s | Range | Mean Deviation | Pp | Ppk L | Ppk Sup. | Ppk |
|------------------------|--------------------|------------------|------|-----|----------|-----|------|------|----------|------|------|-------|------|---------|---------|-------|----------------|----|-------|----------|------|
| Peso do verniz interno | LTEnv-12oz-Cerveja | Spray-11 | 85,0 | | mg | 60 | 0 | 0 | | 85 | 97 | 89,33 | 3,5 | 99,82 | 78,84 | 12 | | | 0,41 | | 0,41 |
| Peso do verniz interno | LTEnv-12oz-Cerveja | Spray-12 | 85,0 | | mg | 60 | 0 | 0 | | 85 | 110 | 89,35 | 4,31 | 102,27 | 76,43 | 25 | | | 0,34 | | 0,34 |
| Peso do verniz interno | LTEnv-12oz-Cerveja | Spray-13 | 85,0 | | mg | 60 | 0 | 0 | | 85 | 119 | 90,77 | 5,12 | 106,13 | 75,41 | 34 | | | 0,38 | | 0,38 |
| Peso do verniz interno | LTEnv-12oz-Cerveja | Spray-14 | 85,0 | | mg | 62 | 1 | 1,6 | | 84 | 106 | 90,9 | 4,95 | 105,75 | 76,05 | 22 | | | 0,4 | | 0,4 |
| Peso do verniz interno | LTEnv-12oz-Cerveja | Spray-15 | 85,0 | | mg | 62 | 1 | 1,6 | | 84 | 100 | 89,6 | 3,34 | 99,61 | 79,59 | 16 | | | 0,46 | | 0,46 |
| Peso do verniz interno | LTEnv-12oz-Cerveja | Spray-16 | 85,0 | | mg | 60 | 0 | 0 | | 85 | 101 | 90,48 | 4,12 | 102,85 | 78,11 | 16 | | | 0,44 | | 0,44 |

Tabela 07: Médias do peso de verniz das máquinas após equalização. FONTE: QAS, Rexam, 2011.

Verificamos então que todas as máquinas apresentam-se equalizadas no peso médio do verniz interno, porém na máquina 14 e 15 em específico, evidenciamos um valor mínimo inferior ao LIE, isto ocorreu devido à desregulagem do *overspray*, ou seja, o este sistema tem função de aplicar uma quantidade de verniz a mais para preencher a superfície da lata, porém ocorreu um desajuste devido às manutenções que os técnicos mantenedores realizam com a máquina em movimento, que fez com que o *overspray*, destas duas máquinas injetassem verniz para fora da lata, o que diminui a quantidade normal de verniz na lata e acusou na medição um valor mínimo abaixo do limite. Além deste detalhe também verificamos um *Ppk* com valor baixo, porém o foco do trabalho é evidenciar a redução do consumo do verniz e a equalização das máquinas á um valor satisfatório para o processo produtivo da empresa. E além disto como é um processo contínuo, outras máquinas se não bem ajustadas podem influenciar o *Inside Spray*, como é o caso da Lavadora que se não proporcionar um banho químico adequado as latas, será necessário maior quantidade de verniz na lata para proteger a mesma do metal exposto, o que caracteriza medições esporádicas elevadas do peso da lata.

Assim com ajustes também foi possível reduzir o metal exposto médio das máquinas como mostra a tabela:

| Varíavel | Produto | Tipo de varíavel | LE | USE | Unidades | ENV | DOSE | OCAS | Medições | Min | Máx | MéD | SD | Xbar-sd | Xbar-2s | Range | Mean | Pp | Ppk L | Ppk U | Ppk | |
|---------------------|--------------------|------------------|----|-----|-----------|-----|------|------|----------|------|------|-------|------|---------|---------|-------|------|----|-------|-------|-------|-------|
| Metal exposto spray | LTEnv-12oz-Cerveja | Resumo | | | 100,00 mA | 752 | 0 | 0 | | 0,04 | 9,97 | 1,226 | 1,61 | 6,067 | -3,606 | 9,83 | | | | | 20,44 | 20,44 |

| Período | Data From | Data To | Month | Centro por | Estágio de máquina | Classe de aquisição | Tipo de especificação | Tipo de varíavel | Run Date |
|-----------------|---------------------|---------------------|--------|------------|--------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Mês selecionado | 01-09-2011 00:00:00 | 01-09-2011 00:00:00 | Agosto | Resumo | Spray-13 | Executar | [Default] | Metal exposto spray | 27-09-2011 13:18:57 |

Tabela 08: Média do metal exposto após ajustes. . FONTE: QAS, Rexam, 2011.

Veja que o valor médio do metal exposto reduziu e as variações entre a medição mínima e a medição máxima, diminuíram consideravelmente, possibilitando um desvio padrão sem grandes variações e um *Ppk* capaz.

A partir deste quadro a empresa reduziu o consumo de verniz de maneira significativa, pois aumentamos a produção, utilizando menos verniz para produzir mais, o que antes consumíamos mais e produzíamos menos e, além disto, o metal exposto que antes, possuía um valor alto com a lata com verniz em excesso, agora possui um valor menor com a lata com aplicação ótima de verniz.

Para evidenciar o quadro de redução de custos da empresa, mostraremos o gráfico de consumo de verniz por miligrama de lata do início do ano sem os ajustes e o quadro de consumo de miligrama por lata de verniz após os ajustes das máquinas *Inside Spray*.

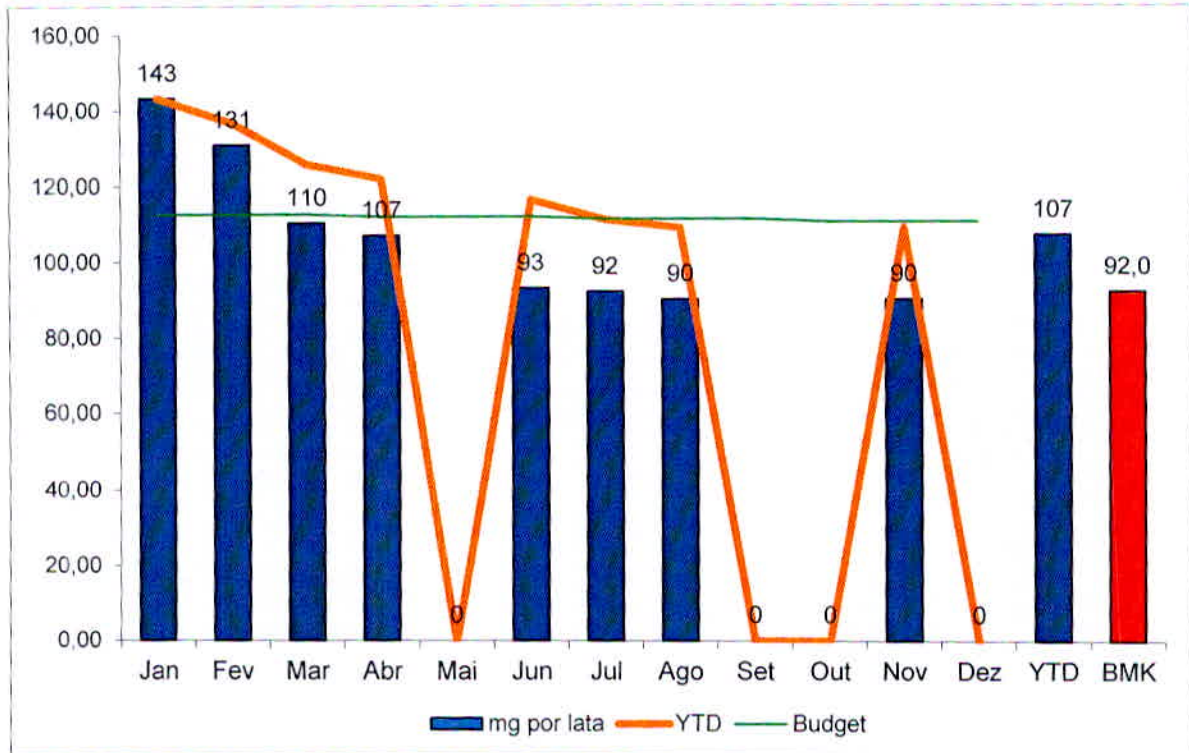


Gráfico 05: Consumo de verniz por mg por lata desde o início do ano. FONTE: KPI Manutenção verniz interno, Rexam, 2011

Veja que no início se tinha um consumo de verniz de 143mg por lata, agora após os ajustes este valor passou a ser de 90mg por lata. Estes valores estão evidenciados até Agosto devido a Linha 1 que é para a produção de latas de 12oz (*ounce*), ficar parada os meses de Maio, Setembro e Outubro, porém a linha 2, latas de 8.4oz (*ounce*), produziu normalmente nestes meses, mas o trabalho foi realizado para linha 1, assim os valores reais são este caracterizados. O *Benchmarking* que no início era a fábrica de Brasília com 92mg, como mostra o gráfico, já foi alcançado e Pouso Alegre se tornou referência no consumo de verniz. Outro detalhe é o Budget, que seria um limite aceitável de consumo de verniz para o processo e verificamos que já estamos abaixo deste valor, evidenciando uma otimização no processo.

Os meses de Maio, Setembro e Outubro não tivemos produção para a lata de 12oz (*ounce*), não tendo assim apontamentos. O trabalho foi iniciado no começo do ano, após a parada de Maio, os ajustes já provocaram grandes alterações e quando a linha retornou em Junho os valores e os ajustes já estavam equalizados, apenas sendo aprimorado para os meses seguintes, onde Agosto alcançamos os nossos objetivos, devido neste mês termos nosso melhor resultado.

Com relação ao consumo de verniz por produção temos os seguintes valores, através de um coeficiente.

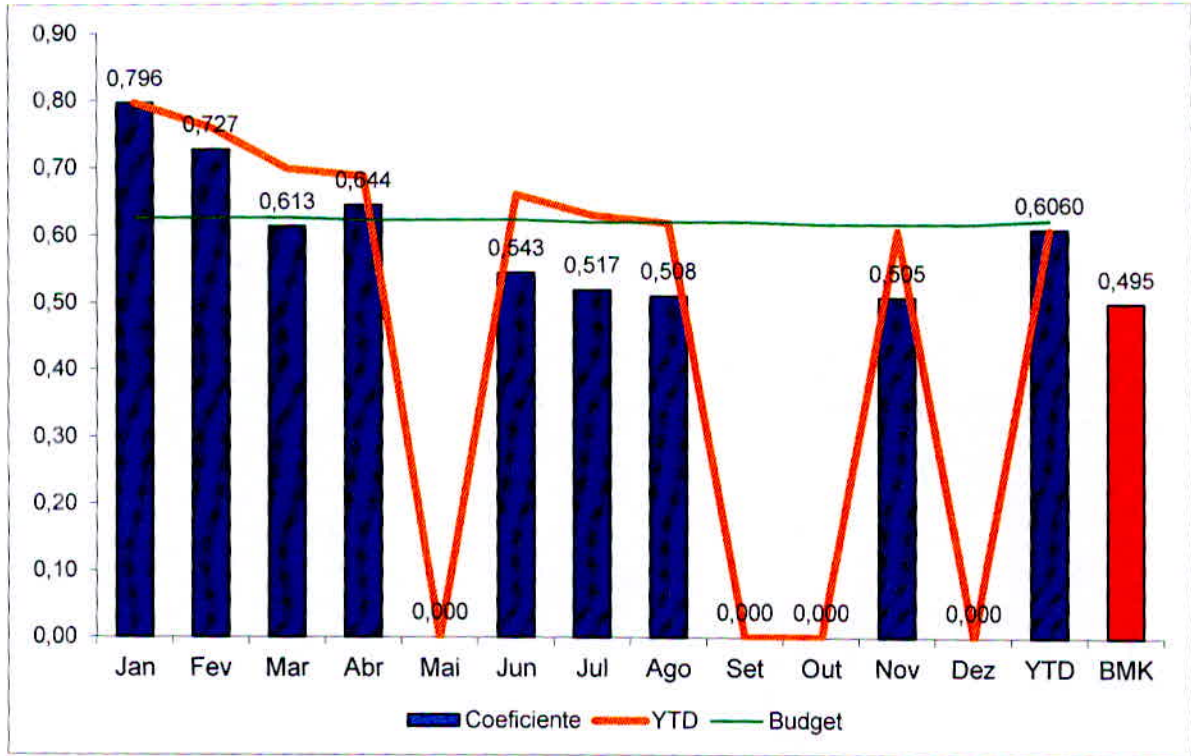


Gráfico 06: Coeficiente de consumo de verniz. FONTE: KPI Manutenção verniz interno, Rexam, 2011.

O coeficiente é a relação consumo de verniz em kg por produção em milhões, ou seja, quanto menor for este valor maior será a redução de custo de verniz, já que um coeficiente baixo apresenta um menor consumo de verniz para uma produção alta e um coeficiente alto apresenta um consumo alto para uma produção baixa de latas. Veja que no início do ano apresentava um coeficiente elevado já que até possuíamos uma produção considerável, porém o processo consumia muito verniz, agora o processo caminha para a meta do *Benchmark* mostrado no gráfico. Os meses de Maio, Setembro e Outubro não tivemos produção para a lata de 12oz (*ounce*), não tendo assim apontamentos.

Com relação a valores tivemos um grande ganho e reduzimos nosso custo como mostra o gráfico a seguir:

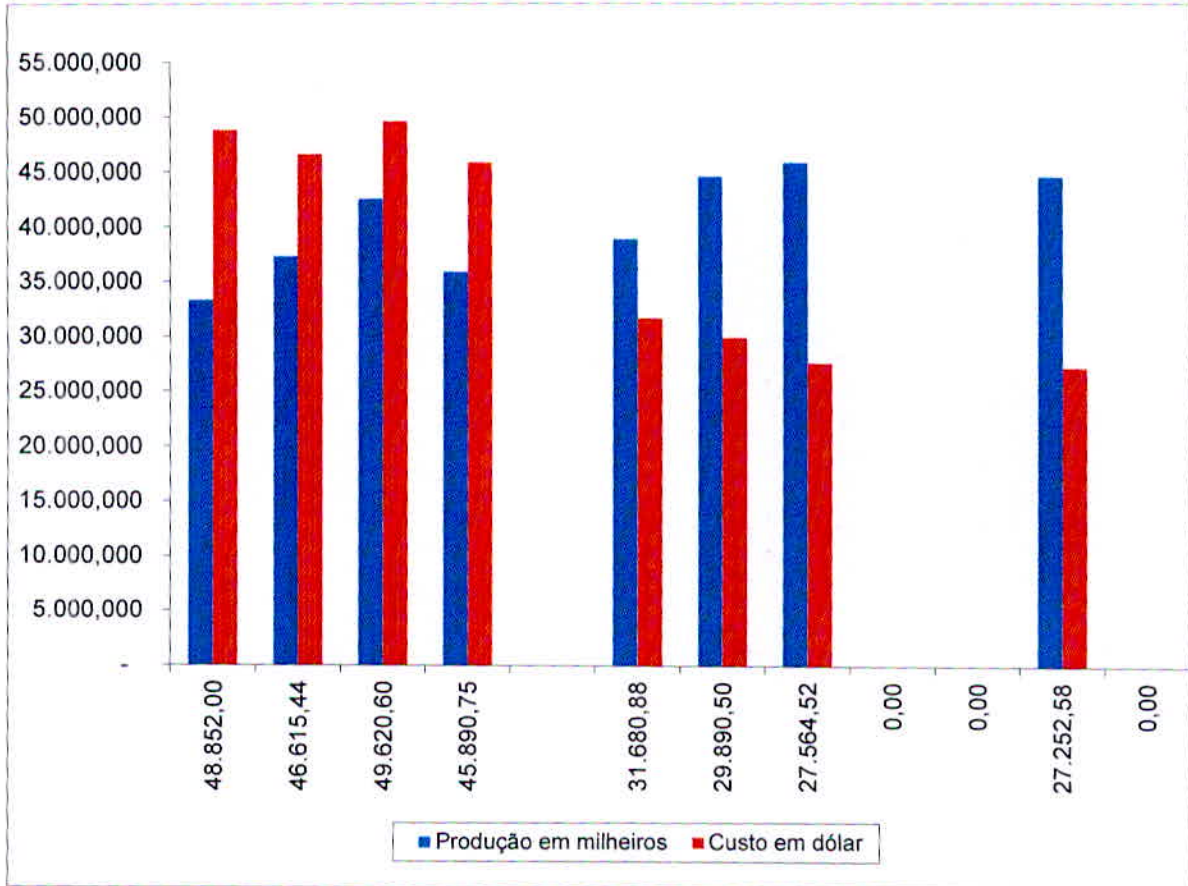


Gráfico 07: Relação produção de latas e custos de verniz por mês. FONTE: KPI Manutenção verniz interno, Rexam, 2011.

O gráfico apresentado evidencia a produção com relação ao custo de verniz durante este ano de 2011, partindo de Janeiro até Novembro. O intervalo do gráfico representa o mês de Maio, no qual a linha de produção ficou parada. Os meses de Setembro, Outubro não tivemos produção para linha de latas de 12oz, como já foi citado nos gráficos anteriores. No gráfico o valor das ordenadas corresponde a milhões de latas produzidas e o eixo das abscissas corresponde ao custo mensal de verniz em dólares. Vejam que nos primeiros meses do ano não tínhamos uma produção elevada e mesmo assim consumíamos uma alta quantidade de verniz. Agora com os ajustes verificamos a economia que este trabalho possibilitou a empresa, já que aumentamos a produção consideravelmente e o custo de verniz reduziu-se mesmo com uma produção elevada, comprovando que gastávamos muito para produzir pouco e agora com os ajustes produzimos mais utilizando menos verniz, ou seja, alcançamos o objetivo de otimizar o processo sem perder qualidade da lata.

6 CONCLUSÃO

Através dos ajustes realizados conseguimos desenvolver o processo para que continuássemos a produzir normalmente, utilizando cada vez menos a matéria-prima (verniz), reduzindo assim o nosso custo de produção para este setor em específico. Os resultados demonstrados neste estudo caracterizaram todo o trabalho que foi realizado com intuito de aprimorar nosso processo de aplicação de verniz interno na lata de alumínio.

Desde o desenvolvimento da idéia da necessidade de se reduzir o consumo de verniz, sem perder produção e a qualidade da lata até a possibilidade de realizar este trabalho foi um processo de análises e dedicação de cada um que nos ajudaram para que isso se tornasse realidade. Assim agora alcançamos um padrão que garante um processo otimizado, sem desperdícios e com qualidade assegurada que nos credencia para novos projetos.

O trabalho apesar de ter alcançado seu objetivo inicial, ainda possibilita melhorias para serem desenvolvidas que serão realizadas em novos estudos. Uma dos objetivos que devemos alcançar é redução do desvio padrão que permanece elevado devido as diferenças dos valores mínimos e máximos das medições e também devido ao processo ainda estar praticamente se iniciando, pois é uma unidade de produção nova e todos os setores de produção ainda passam por ajustes constantemente que influencia nossa máquina.

Porém esta questão é apenas uma melhoria para a melhoria já realizada que foi redução do consumo de verniz que faz com que a empresa economize milhões e continue produzindo a lata com qualidade ainda maior que antes quando consumia muito verniz e gerava alto índice de metal exposto. Nosso próximo passo será transformar Pouso Alegre em *Benchmarking* na aplicação de verniz para outras unidades que serão construídas e utilizar o conceito que foi elaborado para este processo para a segunda linha de produção que teve a sua construção recentemente finalizada e assim possibilitar o desenvolvimento do padrão ótimo de aplicação de verniz já no início da produção para evitarmos desperdícios e um consumo desnecessário de verniz.

Por fim este trabalho nos desenvolveu como engenheiro, pois conseguimos aplicar nossos conhecimentos em prol de um benefício para empresa, que nos engrandece e nos dá orgulho. Devemos continuar sempre nos aprimorando e crescendo cada vez mais para sermos reconhecidos no que fazemos e acima de tudo alcançar o respeito perante a sociedade de nosso meio e dentro da empresa no qual seremos responsáveis sempre com dedicação e humildade.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CATUNDA, Rosangela Maria Pereira. **Benchmarking – Uma Ferramenta para Excelência da Gestão**. 1º Edição. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 2006.

XIDIEH, Dolor Barbosa. **Benchmarking – Tópicos atuais em Administração**. 1º Edição. Campinas: Alínea, 2000.

REXAM, **Manual de Treinamento Inside Spray**

Disponível em: < <http://cms/INETWeb/Businesses/BCA/BCSA/index.htm> > Acesso em: 10 de Julho. 2011, 10:30:35.

QAS, Sistema de Controle de Qualidade Assegurado.

Disponível em < <http://gbswipqasw02/QASBCSA/Login.aspx> >. Acesso em 10 de Agosto. 2011, 11:00:30.

RODRIGUES, Marcus Vinicius. **Ações para Qualidade – Geiq(Gestão Integrada para a Qualidade)**. 2ºEdição. Rio de Janeiro: QualityMark, 2006.

PINTO, Alan Kadec; XAVIER, Julio Aquino Nascif. **Manutenção Função Estratégica**. 2ºEdição. Rio de Janeiro: Quality Mark, 2001.

BRANCO FILHO, Gil. **Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade**. 4ºEdição. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.