



**3<sup>rd</sup>**  
INTERNATIONAL WORKSHOP  
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

---

“CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD”

## **Aplicação da Filosofia Produção Mais Limpa em Indústria de Tampas de Embalagem Metálica para Pescado**

S. M. Kakuda<sup>(1)</sup>, A. L. Berreta-Hurtado<sup>(2)</sup>, C. A. K. Gouvêa<sup>(2)</sup>,

1. Aluno do curso de Mestrado em Engenharia da Produção da Sociedade Educacional de Santa Catarina – SOCIESC sandrokakuda@yahoo.com

2. Professor(a) do curso de Mestrado em Engenharia da Produção da Sociedade Educacional de Santa Catarina – SOCIESC ana.hurtado@sociesc.org.br e gouvea@sociesc.org.br

---

### **Resumo**

No processo de fabricação de tampas metálicas de uma empresa de fabricação de embalagens para pescado são realizados cortes na chapa e, por este motivo, é necessário o envernizamento posterior para evitar que as mesmas oxidem, reduzindo a vida útil da embalagem, além da possibilidade de contaminação do alimento. O processo pré-existente de envernizamento utilizava um equipamento que misturava o verniz bicomponente por ação da gravidade, o que não permitia um controle absoluto da quantidade dos dois componentes e também necessitava que os agitadores mecânicos permanecessem em funcionamento, mesmo nos finais de semana e feriados, a fim de evitar a cura do verniz na tubulação. O processo gerava resíduos de incrustação na tubulação e no equipamento, assim como não havia recuperação do solvente do processo nem destinação controlada dos resíduos. Com a implantação da Produção mais Limpa, foi instalado um equipamento de mistura dos componentes do verniz por ar comprimido, com absoluto controle das quantidades, o que levou a uma considerável economia de verniz, mesmo com aumento da produção. Isso possibilitou a desobstrução das tubulações após o uso, permitindo que o equipamento possa ser desligado quando não está operando, sem o risco de entupimento das tubulações. Foi implantado um controle dos resíduos e a reciclagem do solvente, resultando em economia de matéria-prima e melhor qualidade no produto.

**Palavras-chave:** *Produção mais Limpa; Redução de Resíduos; Impacto Ambiental.*

---

### **1 Introdução**

As empresas estão sendo obrigadas a tornar seus comportamentos ambientais mais ativos para atender aos requisitos legais cada vez mais restritivos, o que levará em futuro breve a uma responsabilidade pela completa gestão do ciclo de vida de seus produtos. As novas regulamentações ambientais, em especial as referentes aos resíduos e sua disposição final, vêm obrigando as empresas a se preocuparem com os impactos ambientais gerados. Na medida em que passaram a discutir os impactos econômicos e ambientais, as empresas começaram a inserir a Produção mais Limpa em suas estratégias de negócios.

Como estratégia de negócios, a empresa em estudo está preocupada em melhorar sua eficiência fabril trabalhando com dois principais indicadores, o aumento de

produtividade e a redução de desperdícios. Com isso, pretende-se obter ganhos relativos às melhores práticas produtivas, gerando lucros para a empresa, semelhante à posição descrita por Porter e Linde (1995), que afirmavam que as empresas podem ser “verdes e competitivas”, derrubando pressupostos de que ecologia e economia são incompatíveis.

O processo produtivo da empresa em estudo é de fabricação de embalagens metálicas para comercialização de pescado, que é composta por duas partes, o corpo (lata) e a tampa. O processo produtivo de latas é relativamente simples quando comparado com o processo produtivo de tampas, por ter poucas etapas, pouca geração de resíduos e pouco desperdício. Por este motivo, o presente estudo se limita ao processo de fabricação de tampas, pois considera-se um processo mais complexo, onde há maiores oportunidades para implantação de melhorias e redução de desperdícios, minimização de resíduos e, consequentemente, obtenção de maiores ganhos financeiros e ambientais com a aplicação da Produção mais Limpa.

## 2 Produção mais Limpa (P+L)

A filosofia de Produção mais Limpa (P+L), diferentemente da filosofia tradicional chamada de fim-de-tubo, busca resolver os problemas dos resíduos junto a sua fonte geradora e não restringe à segregação e a destinação adequada. Verifica-se que as tecnologias de fim-de-tubo há tempo não mais respondem as necessidades das empresas na busca pelo desenvolvimento sólido e sustentável. Estratégias ambientais convencionais que buscam atender às exigências ambientais legais deixam de serem vistas como única alternativa para melhorar o desempenho ambiental, além de serem extremamente onerosas para as empresas.

Oliveira Filho (2001) descreve que as soluções propostas pela filosofia fim-de-tubo preocupam-se mais com os prejuízos ambientais causados pelo sistema produtivo, remediando seus efeitos, mas sem combater as causas que os produzem. Com uma visão diferente, a filosofia de P+L contempla mudanças nos produtos, processos e nas matérias-primas a fim de reduzir ou eliminar todo tipo de rejeito.

Segundo o relatório do Centro Nacional de Tecnologias Limpas (2000), a implantação da filosofia de P+L em processos produtivos permite a obtenção de soluções que venham a contribuir para a solução definitiva dos problemas ambientais, já que a prioridade da metodologia está baseada em uma abordagem preventiva, com a finalidade de identificar as opções de não geração dos resíduos.

A diferença essencial entre as duas filosofias está no fato de que a P+L não trata simplesmente do sintoma, mas tenta atingir as raízes do problema. A **fig. 1** apresenta as principais diferenças entre as tecnologias de fim-de-tubo e a P+L.

Filosofia de Fim-de-Tubo	Produção mais Limpa
Como podem ser tratados os resíduos e as emissões ?	De onde vem os resíduos e emissões?
Pretende reação.	Pretende ação.
Geralmente leva a custos adicionais	Pode ajudar a reduzir custos.
Os resíduos e emissões são limitados através de filtros e unidades de tratamento.	Prevenção na fonte de resíduos e emissões.
A proteção ambiental entra depois que os produtos e processos tenham sido desenvolvidos	A proteção ambiental entra como parte integral do desenho do produto e da engenharia de processo.
Os problemas ambientais são resolvidos a partir de um ponto de vista tecnológico.	Tenta-se resolver os problemas ambientais em todos os níveis/em todos os campos.
Proteção ambiental é um assunto para especialistas competentes.	Proteção ambiental é tarefa de todos.
... é trazida de fora.	... é uma inovação desenvolvida dentro da empresa.
... aumenta o consumo de material e energia.	... reduz o consumo de material e energia.
Proteção ambiental surge para cumprimento de prescrições legais.	Riscos reduzidos e transparência aumentada.
É o resultado de um paradigma de produção que data de um tempo em que os problemas ambientais não eram conhecidos.	É uma abordagem que pretende criar técnicas de produção para um desenvolvimento sustentável.

Fig.1. Principais diferenças entre as filosofias Fim-de-Tudo e Produção mais Limpa. Fonte: Centro Nacional de Tecnologias Limpas (2000).

O relatório do Centro Nacional de Tecnologias Limpas (2000) descreve que a P+L não é apenas um tema ambiental e econômico, mas também um tema social, pois considera que a redução da geração de resíduos em um processo produtivo, muitas vezes, possibilita resolver problemas relacionados à saúde e à segurança ocupacional.

Segundo o trabalho realizado por Nascimento (2000), P+L é, antes de tudo, uma ação econômica porque baseia-se no fato de que qualquer resíduo de qualquer sistema produtivo só pode ser proveniente das matérias-primas ou insumos de produção utilizados no processo. Em consonância com o pesquisador citado, Misra (2000) menciona que a P+L requer a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos e produtos a fim de reduzir riscos para os seres humanos e o ambiente.

De acordo com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB (2002), a qual monitora projetos de P+L nas empresas, as ações empregadas podem gerar resultados promissores na redução da poluição a custos baixos.

A Produção mais Limpa considera a variável ambiental em todos os níveis da organização e caracteriza-se por ações que são implementadas dentro das empresas, principalmente às ligadas ao processo produtivo. Por este motivo, tem como objetivo tornar o processo mais eficiente no emprego de seus insumos, gerando mais produtos

e menos resíduos.

Em seu livro *Qualidade Ambiental*, Valle (1995) diz que com a adoção de tecnologias limpas, os processos produtivos utilizados nas empresas devem passar por uma reavaliação e podem sofrer modificações que resultem em:

- Eliminação do uso de matérias-primas e de insumos que contenham substâncias perigosas;
- Otimização das reações químicas, tendo como resultado a minimização do uso de matérias-primas e redução, no possível, da geração de resíduos;
- Segregação, na origem, dos resíduos perigosos e não perigosos;
- Eliminação de vazamentos e perdas no processo;
- Promoção e estímulo ao reaproveitamento e à reciclagem interna;
- Integração do processo produtivo em um ciclo que também inclua as alternativas para a destruição dos resíduos e a maximização futura do reaproveitamento dos produtos.

No livro sobre ecoeficiência, Celso Foelkel (2008) pondera que o sucesso de um programa de P+L está na mudança de ênfase. A inversão na forma de pensar no tratamento da poluição, onde ao invés de se pensar em tratar a poluição, a ênfase está em prevenir sua geração (**Fig. 2**).

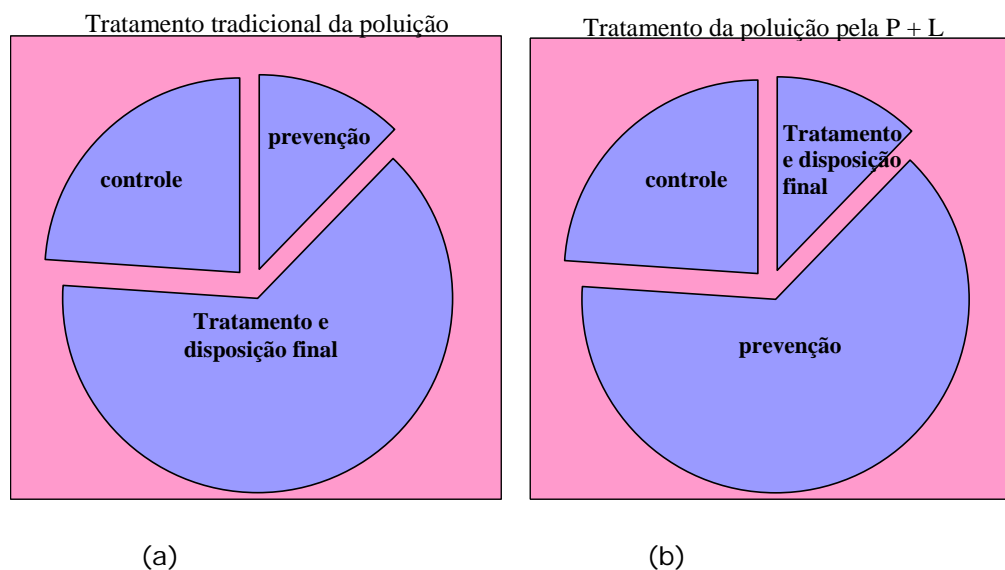


Fig. 2: Ilustração sobre os esforços concentrados no tratamento da poluição.  
a) tratamento tradicional      b) tratamento com P + L

A Produção mais Limpa pretende integrar os objetivos ambientais aos processos de produção a fim de reduzir os resíduos e as emissões em termos de quantidade e periculosidade. Para tanto, podem ser utilizadas algumas estratégias, como ilustra a **Fig. 3**.

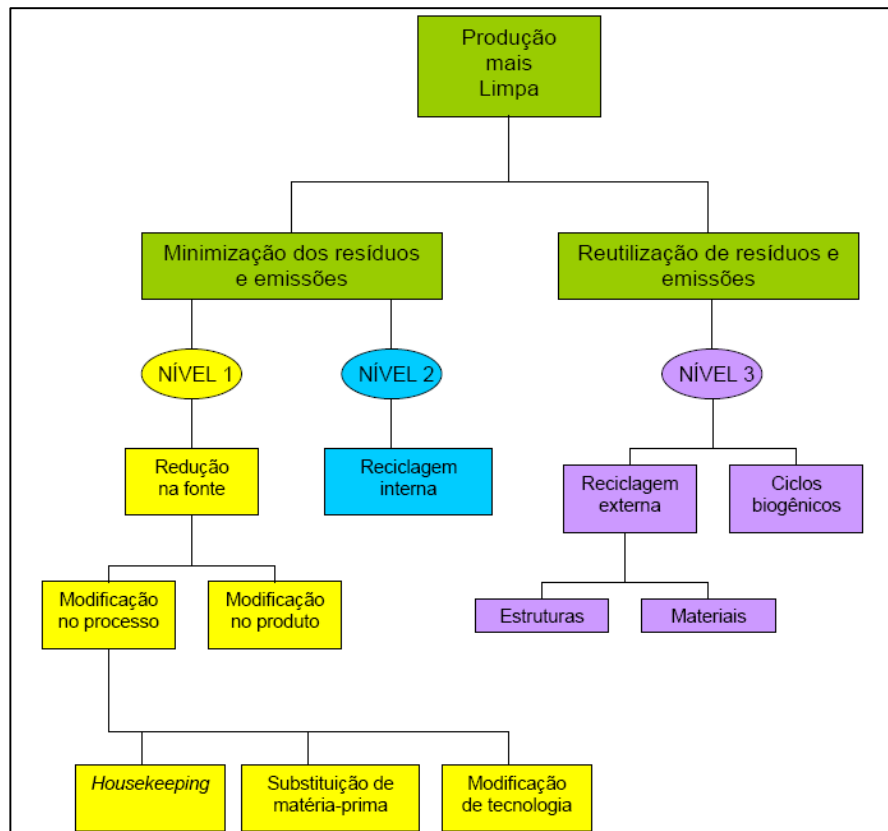


Fig. 3. Ilustração sobre as estratégias da P+L.

Fonte: Centro Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL (2000)

### 3 Caracterização da Empresa

O trabalho foi desenvolvido em numa empresa fabricante de embalagem metálica para pescado localizada em Itajaí – SC. Esta empresa, embora não possua certificados da família ISO, preocupa-se com o meio ambiente, de tal forma que estudou a possibilidade de implantar a filosofia de P+L em uma das etapas do seu processo. Sua capacidade fabril está em torno de 500 milhões de unidades/ano, entre tampas e latas, nas formas retangular e circular. A empresa fornece 95% das embalagens metálicas para pescado para outra unidade de envase do mesmo grupo localizado na mesma cidade e outros 5%, são destinados à outras unidades do grupo na Espanha. A **Fig. 4** ilustra os tipos de embalagens metálicas produzidas pela empresa, sendo composta por tampa e lata.



Fig. 4. (a) Embalagem Retangular e (b) Embalagem Circular

Fonte: Empresa

Com a finalidade de obter um banco de dados para posteriores comparações, foram obtidos na empresa referentes a dois períodos distintos. Um monitoramento foi feito anterior à aplicação de P+L (entre 2007 e 2009) e outro após a aplicação de P+L (a partir de 2010). A determinação da etapa do processo a ser aplicada a P+L foi realizada pelo Gestor Tecnológico da empresa através de uma análise do processo produtivo. Dessa forma, foi determinado que o enfoque do trabalho seria a etapa de fabricação das tampas, uma vez que esta foi considerada a mais complexa. Assim, uma equipe para a implantação do projeto foi determinada pois esperavam-se melhores resultados na aplicação da P+L especificamente no processo de envernizamento.

### 3.1. Processo produtivo de tampas

O processo de fabricação de latas metálicas é extenso e a etapa de envernizamento das tampas gera resíduos que não permitem reciclagem, o que mostra a maior importância da implantação da P+L neste setor. A **Fig. 5** mostra o fluxograma do processo produtivo das tampas, onde todas as etapas são controladas por computador, até a expedição.

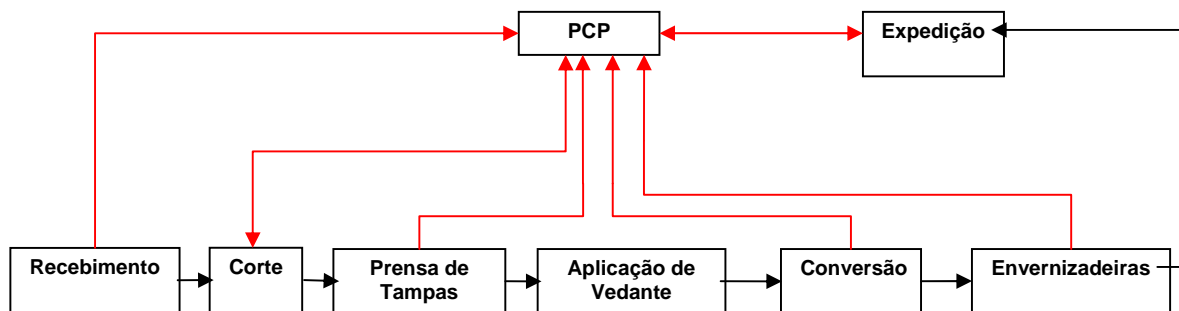


Fig. 5. Fluxograma do processo produtivo de tampa.

Fonte: Empresa

Após o processo de conversão, etapa onde é feito o corte específico para alocação do dispositivo de abertura, a camada de revestimento da tampa é rompida, sendo necessária a aplicação de uma camada de verniz para proteção do corte residual a fim de evitar a oxidação do metal. A aplicação de verniz na tampa (**Fig. 6**) é efetuada por pistolas aplicadoras pressurizadas (**Fig. 7**), sendo que esta pistola aplica verniz somente na região do corte residual e, após a secagem, procede-se a inspeção visual para verificar a completa cobertura (**Fig. 8**).



Fig. 6. Envernizamento de tampas

Fonte: O autor



Fig. 7. Pistola aplicadora



Fig. 8. Inspeção visual

Durante o período compreendido entre 2007 e 2009 a empresa utilizava um sistema de preparação do verniz bicomponente sem controle das proporções desses dois componentes. Os componentes escoavam por gravidade e, por não possuírem a mesma viscosidade, as proporções não eram perfeitamente exatas. Um outro problema era o armazenamento dos tambores dos componentes do verniz, pois esses ficavam dentro do galpão fabril sem a existência de bacia contenção, fato que trazia riscos ambientais.

Um outro problema era a necessidade de permanência do compressor ligado para evitar que o verniz curasse dentro da tubulação. Este fato ocorria mesmo nos finais de semana e feriados, levando a um desnecessário consumo de energia. Mesmo assim, o processo de cura do verniz tinha curso, causando diversos problemas de entupimento, principalmente pela existência de impurezas de diversas fontes. Por este motivo, havia uma rotina de limpeza das envernizadeiras, que consistia em embeber partes do equipamento em solvente, resultando em solvente usado para descarte e resíduos sólidos, para os quais não possuía destinação adequada.

### *3.2 Aplicação da filosofia de Produção mais Limpa*

A partir de janeiro de 2010 teve início a implantação das práticas de P+L, iniciando por uma pré-avaliação do processo através do levantamento de consumo de verniz e solvente. Este levantamento demonstrou a possibilidade de reduções na geração de resíduos, principalmente com implantação de melhorias no sistema de preparação do verniz.

Foi, então, desenvolvido um processo de aplicação de verniz através de sistema pressurizado, o que permitiu um controle preciso sobre as quantidades dos componentes da mistura de base e endurecedor. Permitiu, também, que a tubulação pudesse ser esgotada após o término do trabalho, evitando que o sistema permanecesse em funcionamento após o expediente, finais de semana e feriados, uma vez que o sistema pressurizado possibilita a exaustão completa do material da tubulação.

Foi implantado um conjunto de filtros, os quais mantêm limpas as tubulações e os bicos ejetores. Com isto, não houve mais a necessidade de limpezas frequentes, economizando solvente e eliminando o excesso de resíduos. As limpezas de manutenção, agora menos frequentes, passaram a ser feitas em um único contentor de solventes, cujo conteúdo pode ser filtrado e o solvente reaproveitado, visto que há um filtro específico instalado para este fim. Uma outra preocupação foi a alocação do solvente na parte externa da empresa, com a finalidade de evitar riscos de acidentes com funcionários e ao meio ambiente.

Por fim, foram criados contentores específicos e identificados para armazenar os resíduos sólidos, além do cuidado com a destinação final destes para aterro licenciado, com os devidos controles documentais.

## **4 Resultados**

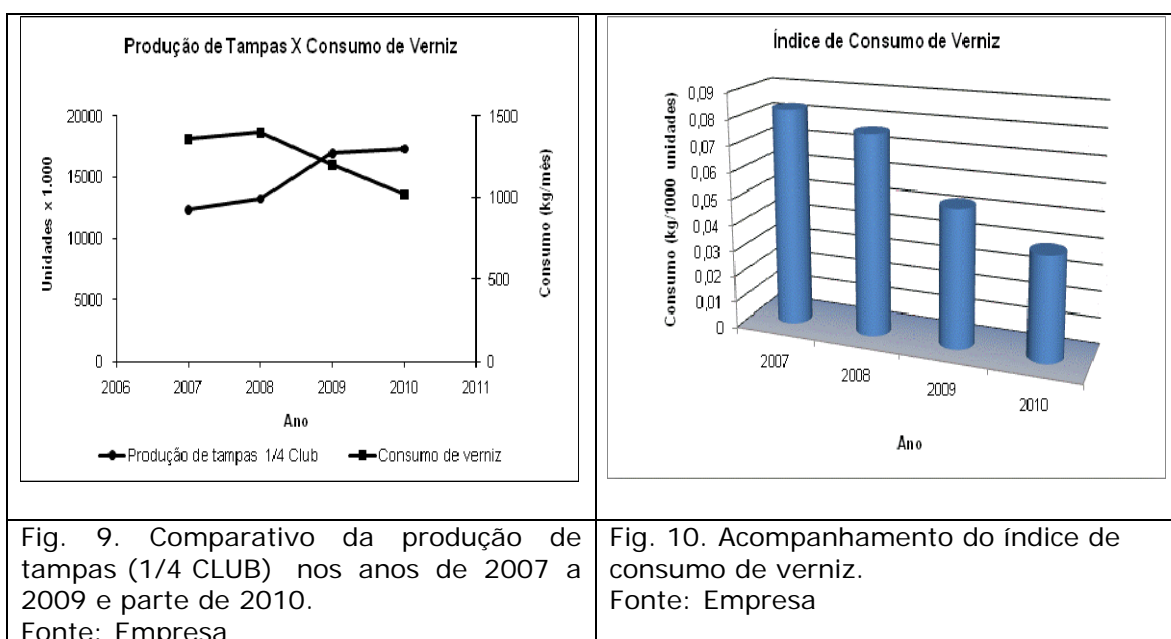
Considerando a introdução da P+L na etapa de envernizamento, foi possível um maior controle e exatidão nas proporções de verniz e endurecedor. Inicialmente, houve uma melhora na qualidade do produto acabado e, como consequência, redução de refugo, menor tempo de parada para manutenção, limpeza de linha, economia de energia com

compressor, hora/homem de manutenção, despesas com solvente e velocidade de produção.

Para a quantificação dos resultados levou-se em consideração, inicialmente, a produção de tampas (1/4 CLUB) dos anos de 2007, 2008, 2009 e 2010 (Figura 9). Observa-se que no período de 2007 foram produzidas 12.354.000 tampas, tendo a produção permanecido crescente durante os anos de 2008 e 2009. No ano de 2010 a média da produção foi de 17.330.000 tampas, superando a produção de 2009.

Para avaliar os benefícios trazidos com a implantação da P+L, foi realizado um monitoramento do consumo de verniz também no mesmo período de 2007 a 2010, o que também pode ser observado na mesma **Fig. 9**. Pode-se observar que o consumo de verniz iniciou uma queda em 2009, mesmo tendo havido um significativo aumento (28%) na quantidade de tampas produzidas. Isso se deve ao fato de que em setembro de 2009 houve a implantação do sistema pressurizado de mistura do verniz e do endurecedor, diminuindo, assim, o seu consumo em detrimento ao aumento considerável da produção.

Para melhor avaliação do consumo de verniz foi elaborado o índice de consumo de verniz por mil tampas produzidas. Estes resultados são apresentados na **Fig. 10**, onde é possível observar os ganhos obtidos com a implantação da P+L.



Pode-se observar o declínio no índice de consumo de verniz através dos anos e, finalmente em 2010, depois de implantadas as melhorias da filosofia da produção mais limpa, conseguiu-se reduzir o índice de consumo de 83 mg para uma média de 40 mg para 1.000 tampas.

Estes fatos tornam importante a comparação entre as atividades desenvolvidas antes e após a implantação da filosofia de produção mais limpa na etapa de envernizamento das tampas (**Fig. 11**).



Atividades	Antes da Produção mais Limpas	Após a Produção mais Limpas
Mistura do verniz com o endurecedor	Falta de precisão nas proporções da mistura	Precisão na mistura - sistema pressurizado
Dias sem produção	Sistema ligado para circulação - circuito cheio	Sistema desligado e circuito limpo
Retorno das atividades	Entupimento dos bicos aplicadores	Sequência de filtragem - produto limpo
	Perda de produto para limpeza do circuito	Sem perda
Localização dos tambores de produto	Área fabril	Depósito de produtos de inflamáveis
	Risco de incêndio	Sem risco
Limpeza do equipamento	Várias paradas - excesso de verniz	Poucas paradas - retirada do acumulado
Limpeza das partes móveis	Colocado em molho num recipiente impróprio	Colocado em molho num tanque apropriado
	Solvente localizado tempo integral na área fabril	Solvente localizado fora da área fabril
	Solvente reutilizado poucas vezes e descartado	Solvente filtrado e usado continuamente
	Cheiro forte de solvente suspenso no ar nocivo à saúde	Sistema de exaustão para fora da fábrica
	Resíduos químicos descartados junto com solvente velho	Resíduos químicos depositados em lixo químico para posterior coleta
Consumo de Verniz	Alto consumo e desperdício	Consumo otimizado

Fig. 11. Comparativo das atividades desenvolvidas no envernizamento antes e após a implantação da P+L. Fonte: Empresa

## 5 Considerações Finais

A empresa estudada implementou a filosofia de produção mais limpa em um de seus processos, o de envernizamento de tampas, e obteve resultados excelentes do ponto de vista de qualidade do produto acabado, tempo, produtividade, hora máquina em manutenção, consumo de verniz, redução na geração de resíduos e riscos ambientais e dos trabalhadores e meio ambiente. O estudo permitiu identificar diretamente alguns ganhos oriundos da implementação, como o ganho financeiro, pois é para a empresa sempre um fator-chave. Um segundo motivador para a implantação da produção mais limpa na fabricação de tampas foi a possibilidade de reduzir os desperdícios com a geração de resíduos, buscando uma disposição correta dos mesmos. Finalmente, como último grande ganho, a operação de envernizamento de tampas tornou-se menos complexa e menos sujeita às variabilidades do processo produtivo, uma vez que é possível observar a estabilidade obtida no índice de consumo de verniz, apresentada na figura 12, a partir do ano de 2010. Com esta redução no índice de consumo de verniz de 83 mg para 40 mg por mil tampas, a empresa obteve uma economia de 51,80% no custo de aquisição de verniz e endurecedor. Em função dos bons resultados alcançados, a empresa pretende estender a aplicação da P + L para os demais setores da indústria.

## 6 Referências

Centro Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL. Manual 4 – Relatório da implantação do programa de produção mais limpa. Porto Alegre, 2000.

Centro Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL. Manual 5 – Implantação de programas de produção mais limpa. Porto Alegre, 2000.

Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental – CETESB, Manuais Ambientais CETESB, Projeto Piloto de Prevenção à Poluição. Casos de sucesso. São Paulo: CETESB; jun 1998/2002.

FOELKEL, Celso, Ecoeficiência e Produção mais Limpa para a Indústria de Celulose e Papel de Eucalipto. Eucalyptus Online Book & Newsletter, 2008.

MISRA, Krishna B. Clean Production: environmental and economic perspectives. New York: Springer, 2000.

NASCIMENTO, Carlos Adílio M. Em busca da ecoeficiência. Disponível em [www.rs.senai.br/cntl](http://www.rs.senai.br/cntl), 2000.

OLIVEIRA FILHO, Francisco A. Aplicação do conceito de produção limpa: estudo em uma empresa metalúrgica do setor de transformação do alumínio. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

PORTER, M.E., LINDE, C. van der. Green and Competitive: Ending the Stalemate. Harvard Business Review. September-October, 1995.

VALLE, Cyro E. Qualidade Ambiental: como ser competitivo protegendo o meio ambiente. São Paulo: Pioneira, 1995.