

PRODUÇÃO MAIS LIMPA COMO FERRAMENTA PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO EMAF (*)

Janice Ribeiro Lima

Pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical

Marinês Nunes Ribeiro

Instrutora do SENAI-CE/CERTREM

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO
2. METODOLOGIA
 - 2.1. LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS TRABALHOS
 - 2.2. ETAPAS DO PROGRAMA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA
3. ANÁLISE DOS RESULTADOS
 - 3.1. DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO SELECIONADO
 - 3.2. FLUXOGRAMA GERAL DO PROCESSO PRODUTIVO
 - 3.3. BALANÇO DE MASSA
 - 3.4. AVALIAÇÃO ECONÔMICA
 - 3.5. AVALIAÇÃO AMBIENTAL
 - 3.6. AVALIAÇÃO TÉCNICA
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
6. ANEXOS

RESUMO

Este trabalho descreve-se a aplicação da P+L como ferramenta para reduzir desperdício de água na indústria alimentícia EMAF (Empresa Agroindustrial de Desidratação de Frutas Ltda), empresa de pequeno porte, que se localiza na região metropolitana de Fortaleza (Ceará). A empresa trabalha com desidratação de alimentos por liofilização que vem colhendo resultados promissores no que tange à melhoria de seu desempenho ambiental

O programa de Produção mais Limpa P+L neste estudo de caso visou a redução de desperdício do recurso natural precioso que é a água e conseqüentemente a redução de efluente gerado pela empresa. Mais especificamente, a oportunidade de P+L aqui descrita, objetivou a redução no consumo de água na limpeza dos liofilizadores.

PALAVRAS-CHAVE

Produção mais limpa, consumo de água, desempenho ambiental, gestão ambiental, desempenho econômico, recurso natural.

(*) Os autores agradecem a Empresa Agroindustrial de Desidratação de Frutas Ltda. (EMAF), ao Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL), ao Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) e ao Banco do Nordeste pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

1. INTRODUÇÃO

Todos os resíduos que uma empresa está pagando para tratar e armazenar, ou pagando sob forma de multas e danos à própria imagem por não tratar e armazenar, foram um dia matéria-prima e insumos comprados pela empresa. Custaram dinheiro no começo e continuam a custar no fim. A partir dessa constatação estabelece-se o princípio básico da metodologia de Produção Mais Limpa (P+L), ou seja, eliminar ou reduzir a poluição durante o processo de produção, não no seu final.

A visão tradicional, e ainda predominante, de controle da poluição limita-se a fazer cumprir os limites permissíveis de descarga de poluentes. Considera apenas o aspecto ambiental da questão, não incorpora idéias de melhoria contínua e age apenas sobre a ponta final do processo de produção. A metodologia de P+L, ao contrário, leva em conta também o aspecto econômico, pois, poluição é matéria-prima que foi mal aproveitada, ou seja, visa principalmente a eficiência no processo, sendo medida em termos de recursos financeiros economizados em relação ao investimento realizado, pois o que se pretende é reduzir os custos de produção e a degradação ambiental. Além disso, age sobre o processo propriamente dito e o encara como eternamente passível de aperfeiçoamento (Almeida, 2002).

Além de evitar desperdícios de matérias-primas e insumos como água e energia, portanto reduzindo custos, P+L permite identificar oportunidades de negócios. A empresa aprende a valorizar resíduos que antes eram rejeitos, a colocar no mercado esses resíduos e subprodutos, a agregar serviços a seus subprodutos e a estimular a criatividade que leva à inovação e, portanto, a novos produtos.

A implantação de um programa de P+L é feita em três etapas. A primeira concentra-se na identificação de oportunidades de redução de poluição na fonte e no que se chama de *housekeeping* (arrumação da casa), e são medidas pontuais, que exigem pouco ou nenhum investimento econômico e em geral dão retorno imediato ou em curto prazo. A Segunda etapa significa introduzir mudanças no (ou do) processo de produção e exige investimento econômico de baixo a médio e o retorno é em curto ou médio prazo. Finalmente, a terceira etapa incorpora mudanças tecnológicas ou de *design* de produto, com investimento econômico de médio a grande e retorno a médio e longo prazo.

2. METODOLOGIA

2.1. Local de Realização dos Trabalhos

A EMAF – Empresa Agroindustrial de Desidratação de Frutas Ltda, instalada em 1997, localiza-se no Município de Caucaia -Ceará, com nome fantasia *Crock Fruit*. Seu ramo de atividade é o de preservação de produtos, principalmente frutas através da desidratação por liofilização. A empresa é classificada pelo SEBRAE como Pequena Empresa e atende ao mercado nacional (consumidor e institucional) e internacional (USA, Bélgica, Alemanha).

Em 1998 a empresa iniciou a comercialização de banana em rodela, expandindo os negócios com a inclusão de abacaxi e banana cortados em pequenos pedaços, hortaliças diversas, feijão, peixe, queijo e frango liofilizados. Mais tarde, a partir de novembro 2001, a empresa iniciou o processamento de banana tamanho 1/8 de rodela, aumentando assim a variedade de produtos a serem comercializados.

A empresa foi selecionada pelo Banco do Nordeste para implantação do Projeto Piloto do Programa de Produção Mais Limpa. Como a empresa processa vários tipos de produtos, foi necessário identificar o produto mais significativo para a implantação da ferramenta, que no caso foi à banana de 1/8 de rodela.

2.2. Etapas do Programa de Produção Mais Limpa

O programa do qual resultou este estudo de caso está resumidamente descrito a seguir e segue as indicações do Guia da Produção Mais Limpa (2002).

Etapa 1 – Planejamento e Organização

- **Comprometimento da empresa** – obteve-se inicialmente a concordância explícita da alta direção da empresa em participar da realização do trabalho.
- **Discussão de barreiras relativas ao levantamento de dados** - busca de soluções para realização das medições na fábrica. Nesta fase foram necessários empréstimos de equipamentos de medições, como por exemplo, de balanças de precisão. Definiram-se também análises físico-químicas dos produtos que seriam necessárias à realização dos trabalhos.
- **Sensibilização de funcionários** – foi realizada uma apresentação em que foram fornecidas informações do que era o programa, como ele seria executado e a importância da participação de cada funcionário.
- **Formação de ecotime** – escolheu-se funcionários de áreas importantes da empresa que foram responsáveis por repassar a metodologia aos demais colegas e fazer acontecer a implementação na empresa.
- **Apresentação de metodologia** – foram realizadas reuniões técnicas com o ecotime com a finalidade de apresentar o programa, seus objetivos e como alcançá-los.

Etapa 2 – Diagnóstico e pré-avaliação

- **Pré-avaliação** – Foi aplicado um check-list com a finalidade de verificar como estava a situação da empresa com respeito ao licenciamento ambiental e avaliar áreas externas e internas da empresa (*lay out*, disposição de resíduos, etc.).
- **Elaboração de fluxogramas do processo** – elaboração da representação gráfica de todos os passos do processo e do modo como estavam relacionados entre si. Nesta fase foram elaborados fluxogramas gerais e específicos de todos os processos desenvolvidos na fábrica.
- **Tabelas quantitativas** – foram obtidos dados e informações registrados em notas de compra de matérias-primas, de material de escritório, contas de água, contas de energia, etc.
- **Avaliação de dados coletados** – Identificação de oportunidade de Produção Mais Limpa e definição de onde seriam realizadas medições efetivas que deveriam ter grande precisão.
- **Definição de indicadores** – identificou-se parâmetros que seriam acompanhados, relacionando-os com a produção, para o monitoramento do desempenho ambiental da empresa.
- **Seleção do foco de avaliação e priorização** – definição de etapas, processos e produtos e/ou equipamentos que seriam priorizados para efetivas medições e realização dos balanços de massa e/ou energia.

Etapa 3 – Realização dos Estudos e Avaliação

- **Balanços de massa e energia** - coleta de dados do processo produtivo. Foram quantificados as matérias-primas (entradas) e os resíduos (saídas) gerados referentes a cada etapa do processo com o auxílio de balanças de várias capacidades para materiais sólidos, cronômetro e recipientes de volume conhecido para água, e cronômetro e potência para consumo de energia de equipamentos elétricos. Esta etapa contou com a colaboração do ecotime, sendo que todos os dados referentes às medições foram registrados em planilhas.
- **Avaliação das causas de geração de resíduos** – Por que? Como? Quando? Onde? os resíduos eram gerados com base nos resultados dos balanços de massa e energia.

- **Geração das opções de Produção Mais Limpa** – identificação de oportunidades de mudança da situação através de reciclagem externa, reciclagem interna, reutilização e redução na fonte.

Etapa 4 – Estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental.

- **Avaliação técnica, ambiental e econômica da oportunidade de Produção Mais Limpa** – para as oportunidades de P+L de redução do consumo de água para a lavagem dos liofilizadores através da mudança de processo, com a aquisição de uma máquina, foram avaliados os benefícios advindos da adoção desta. Foi realizada uma avaliação dos dados obtidos na Etapa 3.

Etapa 5 – Implantação e continuidade

- **Implantação da oportunidade de P+L** - Preparação de um plano de implantação e aplicação de um plano de monitoramento para avaliar a evolução dos indicadores que mediam o consumo de água para a lavagem dos liofilizadores

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1. Descrição do Estudo de Caso Selecionado

O estudo de caso aqui descrito teve sua origem relacionada a uma modificação de tecnologia. Na Emaf, a lavagem dos liofilizadores era realizada manualmente, com uso de uma mangueira de água comum. A lavagem de 1 liofilizador levava em média 22 minutos, com 1 funcionário. Devido ao tipo de material que fica aderido (banana) ao liofilizador, a limpeza era ineficiente.

A opção mais adequada encontrada foi à substituição da mangueira por uma máquina que trabalha com água sob pressão. A máquina tem um motor de 4 CV e consumo de 3 kWh. Esta opção reduziu o consumo de água, aumentou a eficiência da limpeza e diminuiu o tempo necessário para realização da atividade, no entanto, devemos considerar que os gastos de energia cresceram com a utilização da nova máquina. O investimento realizado na compra da máquina foi de R\$4.000,00.

Considerando que a empresa não apresenta uma produção regular e que os liofilizadores devem ser lavados independentemente do tipo de material liofilizado, neste estudo de caso foi feita uma estimativa de lavagem de 8 liofilizadores ao dia, 3 dias na semana, 4 semanas ao mês, durante 12 meses, o que daria um total de 1.152 liofilizadores lavados em um ano. Os demais dias da semana são destinados a embalagem do material produzido.

A mudança de tecnologia na lavagem dos liofilizadores possibilitou não só o benefício econômico, que se originou do menor consumo de água, como também o benefício ambiental, pela redução de uso de recurso natural não renovável. Houve ainda uma redução do custo de mão-de-obra, já que o tempo de limpeza do liofilizador foi reduzido.

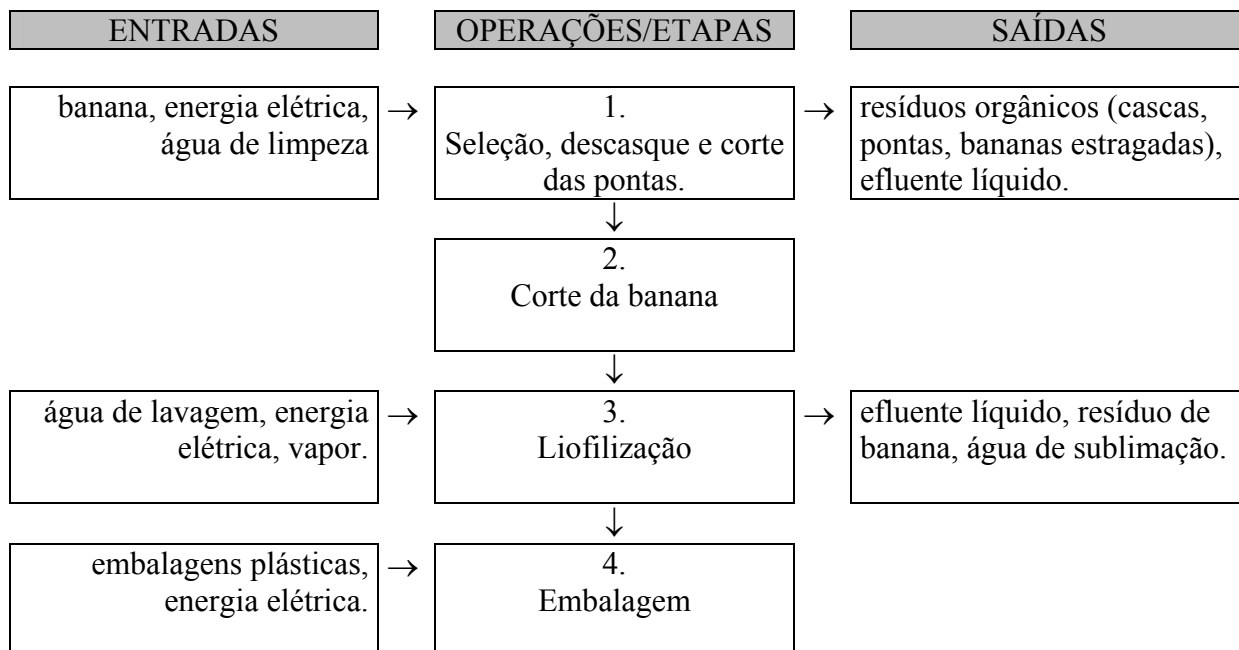
3.2. Fluxograma Geral do Processo Produtivo

Secagem ou desidratação é a operação unitária através da qual água é removida dos alimentos. Os efeitos da desidratação no alimento são vários, sendo o mais importante aquele que possibilita o aumento de sua vida útil. Retirando-se a água do alimento, retira-se o nutriente essencial para o desenvolvimento microbiano e, assim, impede-se o desenvolvimento de microorganismos que deterioram o alimento. No processo de liofilização, o alimento, após uma etapa de pré-preparo (limpeza, corte, branqueamento ou cocção), é congelado a temperaturas de -40 °C (quarenta graus centígrados negativos) e colocado em câmaras de alto vácuo. Com o aumento progressivo da temperatura e a manutenção da condição de baixíssima pressão (vácuo), obtém-se a saída da água do alimento por sublimação (passagem do estado sólido diretamente para o gasoso). Dessa forma, o alimento não é

exposto a altas temperaturas e o produto final apresenta características nutritivas e sensoriais mais preservadas.

Na Figura 1 apresenta-se o fluxograma do processo produtivo de banana liofilizada na unidade em que o trabalho foi realizado.

Figura 1. Fluxograma geral do processo de produção de banana liofilizada



3.3. Balanço de massa

Para o estudo de caso selecionado, considerou-se apenas a etapa de liofilização (lavagem do equipamento), sendo que não se referenciou o consumo de vapor já que não ocorreu alteração neste item com a implementação da alternativa de P+L escolhida. Nas Figuras 2 e 3 pode-se observar o balanço de massa realizado, considerando-se entradas e saídas na lavagem dos liofilizadores antes e após a implantação do estudo de caso.

O consumo de água antes da implementação do estudo de caso era de 327 kg/liofilizador e passou a ser após a modificação de tecnologia de 150 kg/liofilizador, o que equivale a uma redução do consumo de água nesta etapa do processo de 54%. Considerando-se que para a produção anual da empresa 1.152 liofilizadores devem ser lavados, este valor corresponde a uma economia de 203,9 m³/ano de água.

Figura 2. Análise quantitativa de entradas e saídas do processo de lavagem dos liofilizadores antes da implantação do estudo de caso de P+L.

ENTRADAS		PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS
Água (Kg)	Energia	Etapas	Efluentes Líquidos (kg)
Lavagem do liofilizador (327)		3. liofilização	Efluente líquido da lavagem do liofilizador (327)
		Banana liofilizada	

Observação:

- refere-se a quantidade de água utilizada para lavagem de 1 liofilizador

Figura 3. Análise quantitativa de entradas e saídas do processo de lavagem dos liofilizadores depois da implantação do estudo de caso de P+L.

ENTRADAS		PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS
Água (kg)	Energia (kWh)	Etapas	Efluentes Líquidos (kg)
Lavagem do liofilizador (150)	Energia Elétrica (0,7)	3. liofilização	Efluente líquido da lavagem do liofilizador (150)
		Banana liofilizada	

Observações:

-Referem-se a quantidade de energia e água utilizadas para lavagem de 1 liofilizador

-A máquina tem a potência 3 kw, considerando-se que a lavagem do liofilizador é realizada em média em 14 minutos, o consumo de energia será: $14/60 \times 3 = 0,7$ kwh

3.4. Avaliação Econômica

O custo da modificação gerado pela implementação da oportunidade de P+L identificada foi de R\$4.000,00, correspondente a aquisição da máquina que produz água sob pressão.

O custo operacional antes da P+L foi considerado como sendo o custo no consumo de água somado ao custo com mão-de-obra, considerando o número de funcionários e o tempo utilizado na lavagem dos liofilizadores. Para o cálculo do custo operacional após a implementação da oportunidade de P+L considerou-se além dos custos com água e mão-de-obra, o custo com energia, já que a máquina adquirida utiliza energia elétrica.

O benefício econômico foi considerado como sendo a diferença entre o custo operacional antes e depois da P+L. Na tabela 1 pode-se observar o resumo dos dados de avaliação econômica resultantes da implantação da oportunidade de P+L sugerida.

Tabela 1. Resumo dos dados econômicos da oportunidade de P+L gerada

Custo da Modificação	Valor	Unidade
Aquisição de máquina de água sob pressão	4.000,00	R\$
Total	4.000,00	R\$
Situação antes do P+L		
consumo de água	376,70	m ³ /ano
custo unitário da água	2,61	R\$/m ³
custo total de água	983,19	R\$/ano
custo com mão-de-obra	495,36	R\$/ano
Total	1.478,55	R\$/ano
Situação depois da P+L		
consumo de energia	806,40	kWh/ano
custo unitário energia	R\$ 0,13	R\$/kWh
custo total energia	104,83	R\$/ano
consumo de água	172,80	m ³ /ano
custo unitário da água	2,61	R\$/m ³
custo total de água	451,01	R\$/ano
custo com mão-de-obra	311,04	R\$/ano
Total	866,88	R\$/ano
Benefício econômico		
Situação antes da P+L – situação depois da P+L	611,67	R\$/ano
Total	611,67	R\$/ano

Para o capital investido e considerando-se depreciação de 10% ao ano, imposto de renda de pessoa jurídica de 15% sobre o lucro real e taxa mínima de atratividade de 12% o período de recuperação do capital será de 6,9 anos. Para este caso a taxa interna de retorno foi de 7,4%, inferior à taxa mínima de atratividade.

3.5 Avaliação Ambiental

Os benefícios gerados pela implantação do estudo de caso não se restringem ao aspecto econômico mas também a redução do uso da água, como um recurso natural não renovável e conseqüentemente a redução na geração de efluente.

3.6. Avaliação Técnica

A mudança do sistema de limpeza dos liofilizadores aumentou a eficiência do processo e facilitou a operação, melhorando as condições de trabalho dos funcionários, já que é necessário menos esforço físico para realização da tarefa. A limpeza antes da implantação do estudo de caso era realizada por um funcionário em 22 minutos e após a alteração do processo passou a ser realizada pelo mesmo funcionário em 14 minutos. Considerando-se a produção anual da empresa (1.152 liofilizadores) a alteração significa uma economia de aproximadamente 135 horas homem/ano.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A oportunidade de P+L identificada apresentou como benefícios ambientais a redução de 54% do consumo de água de lavagem dos liofilizadores (203,9 m³/ano) e a correspondente redução da geração de efluente líquido. Como benefícios econômicos ocorreram a redução de custo no consumo de água (R\$532,00/ano) e redução de custo de mão-de-obra (R\$ 184,00/ano) e como benefícios tecnológicos a maior eficiência na limpeza do equipamento e a redução do tempo de execução da atividade.

Deve-se observar também que os benefícios descritos neste trabalho referem-se a apenas um estudo de caso e que dentro do programa de P+L realizado pela empresa outras alternativas de melhoria foram sugeridas, que resultaram, ao final do programa, em um volume bem maior de benefícios. Além disso, uma das grandes conquistas do programa é o despertar de mudanças na forma de se pensar o processo produtivo, fazendo com que a empresa se comprometa com processos de melhoria contínua que tendem a levar a uma redução gradativa de seus impactos ambientais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002. 191 p.

REDE DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA. **Guia da produção mais limpa: faça você mesmo** Rio de Janeiro: CEBDS, Fortaleza: Banco do Nordeste, 2002. 55 p.

6. ANEXOS

Na figura 4 encontra-se registro fotográfico da etapa de lavagem de um liofilizador.

Figura 4. Lavagem do liofilizador com a máquina.

