

PRODUÇÃO MAIS LIMPA COMO FERRAMENTA PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE MATÉRIA-PRIMA: 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
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
6. ANEXOS

RESUMO

Partindo do princípio de que todos os resíduos que uma empresa paga para tratar e armazenar foram um dia comprados pela mesma, o programa de Produção mais Limpa (P+L) aqui descrito, visou a otimização do uso da matéria-prima (banana), redução da geração de resíduo orgânico (pontas de banana) e consequentemente a prevenção da poluição em unidade de desidratação de alimentos por liofilização. Mais especificamente, a oportunidade de P+L detalhada, objetivou a redução no consumo de matéria-prima por modificação do processo de descasque de bananas, com a não retirada das pontas.

Este trabalho apresenta os resultados de um estudo realizado junto a uma empresa de pequeno porte, que vem colhendo resultados promissores no que tange à melhoria de seu desempenho ambiental. A EMAF – Empresa Agroindustrial de Desidratação de Frutas Ltda., trabalha com desidratação de alimentos por liofilização, tendo como principal produto banana liofilizada.

PALAVRAS-CHAVE

Produção mais limpa, desempenho ambiental, gestão ambiental, competitividade empresarial, resíduos orgânicos.

^(*) 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

Houve um tempo em que os resíduos gerados pelas empresas eram despejados na água, no ar ou no solo, sem controle. Com o crescimento e a diversificação das atividades produtivas e o conseqüente aumento da geração de resíduos, os órgãos ambientais estaduais, responsáveis pela qualidade do meio ambiente, passaram a solicitar das empresas o Licenciamento Ambiental, bem como o tratamento de suas emissões atmosféricas, resíduos sólidos e efluentes líquidos. No entanto, percebeu-se que o custo ambiental, ou seja, o custo para tratar resíduos, aumenta na mesma proporção do crescimento da produção e começou-se a questionar se produzir mais e crescer realmente significava gerar mais resíduos e gastar mais para tratá-los e dispô-los corretamente. A solução para esta questão é simples, deve-se gerar menos resíduos, que é justamente o enfoque da Produção Mais Limpa (P+L) (Guia da Produção Mais Limpa, 2002).

Resíduos são matérias-primas normalmente adquiridas com alto custo que não foram transformadas em produtos comercializáveis ou em matéria-prima a serem usadas como insumos em outro processo de produção. Logo minimizar resíduos significa aumentar o grau de utilização das matérias-primas usadas no processo. Para a empresa a minimização de resíduos não é somente uma meta ambiental, mais principalmente, um programa orientado comercialmente para aumentar o grau de utilização das matérias-primas.

A metodologia de Produção Mais Limpa é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental, econômica e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados de forma a auxiliar a prevenção da poluição, reduzindo os riscos ambientais para os seres vivos e trazendo benefícios econômicos para a empresa. A aplicação desta metodologia envolve a realização de balanços de massa e energia para avaliar processos e produtos, a identificação de oportunidades de melhoria que levam em consideração aspectos técnicos, ambientais e econômicos. Com isso consegue-se evitar/reduzir a geração de passivo ambiental e de custos ambientais, que é de interesse das empresas e reduzir os impactos ambientais, que é de interesse dos órgãos ambientais e da sociedade (Almeida, 2002).

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. Definiu-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 registradas 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 na etapa de descasque banana através da não retiradas das pontas.

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

- **Avaliação técnica, ambiental e econômica das oportunidades de Produção Mais Limpa** – para as oportunidades de P+L – otimização do uso da matéria-prima (banana) através da mudança de processo de descasque, 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 matéria-prima durante o processo.

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1. Descrição do Estudo de Caso Selecionado

O estudo de caso aqui descrito teve sua origem relacionada à alteração e otimização de processo. Durante a preparação da banana que será liofilizada temos como primeira etapa do processo o descasque do fruto (Figura 4). A retirada da casca é realizada com o auxílio de facas, sendo que os funcionários, neste momento, cortam as pontas das bananas, que se tornam resíduo orgânico.

De acordo com os responsáveis pelo processo, a retirada das pontas se dá para que o produto fique mais homogêneo, já que as bananas são menores nas pontas. Outro motivo para a retirada das pontas (Figura 5) seria de ordem microbiológica, já que elas são os locais do fruto onde a casca se rompe mais facilmente, facilitando a contaminação microbiana.

A justificativa para se escolher este procedimento como um estudo de caso partiu do fato de que para as bananas que são produzidas em forma de rodela a homogeneidade de tamanho realmente é importante, mas o mesmo não se justifica para as bananas de tamanho 1/8 de rodela, já que as dimensões são muito menores. Assim se poderia utilizar as pontas, aumentando o rendimento do processo, sem prejudicar a apresentação do produto. Quanto à contaminação microbiana, a preocupação não se justifica, já que o produto final tem atividade de água muito baixa, o que não permite a multiplicação de microrganismos.

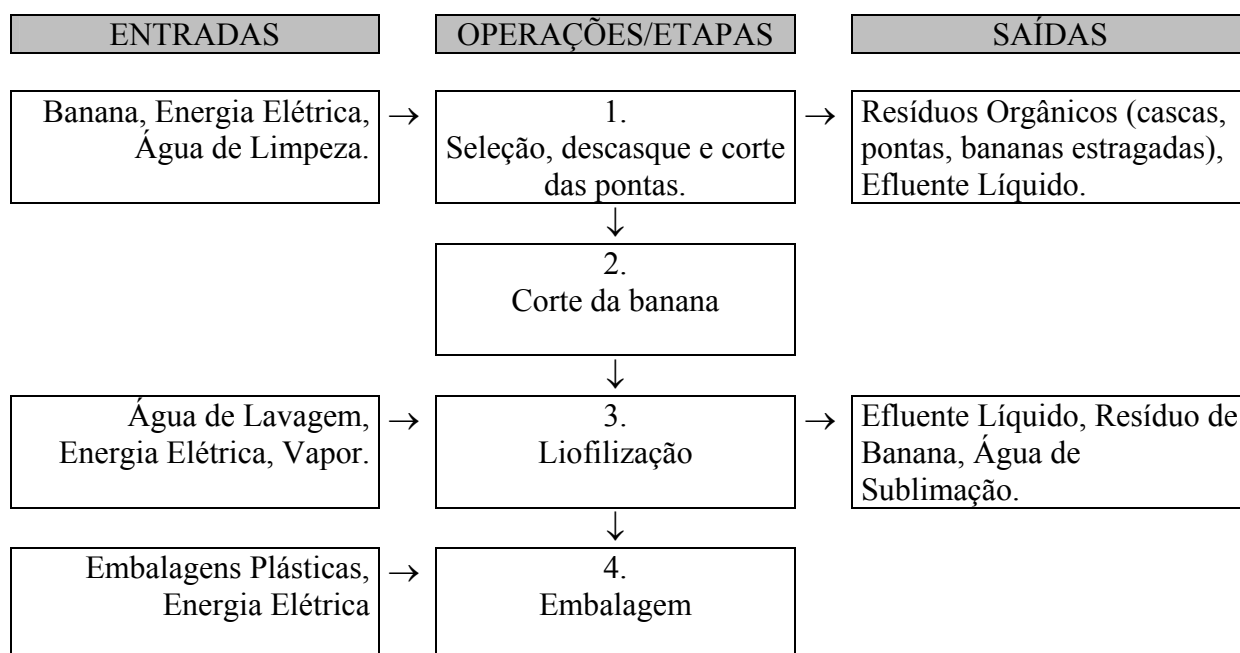
Para este estudo de caso considerou-se especificamente a produção estimada de banana de 1/8 de rodela (14400 kg/ano), com base na produção relatada dos 4 primeiros meses de 2002. O investimento para realização desta alteração foi considerado praticamente nulo, só sendo necessário novas recomendações aos funcionários.

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 àquele 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 microrganismos 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 seleção, descasque e corte das pontas de banana, sendo que não se referenciou o consumo de energia e água já que não ocorreram alterações nestes itens 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 nesta etapa do processo antes e após a implantação do estudo de caso.

Os rendimentos da etapa do processo de descasque das bananas antes e após implementação da alternativa de P+L são respectivamente 59,4% e 66,7%. O procedimento de não retirada das pontas das bananas durante o descasque resultou na redução de desperdício de matéria prima, redução de geração de resíduo orgânico e aumento do rendimento do processo como um todo, além de contribuir para utilização mais racional dos recursos naturais relacionados à produção da matéria prima.

Figura 2. Análise quantitativa de entradas e saídas do processo produtivo de banana liofilizada antes da implantação do estudo de caso de P+L.

ENTRADAS	PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS
Matérias-primas, insumos e auxiliares (kg)	Etapas	Resíduos Sólidos (kg)
Banana com casca (500,00)	1. seleção, descasque e corte das pontas.	Casca de banana (166,67) Ponta de banana (sem casca) (36,25)
	Banana descascada (297,08)	

Observação: refere-se a quantidade necessária para 1 liofilizador

Figura 3. Análise quantitativa de entradas e saídas do processo produtivo de banana liofilizada depois da implantação do estudo de caso de P+L.

ENTRADAS	PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS
Matérias-primas, insumos e auxiliares (kg).	Etapas	Resíduos Sólidos (kg)
Banana com casca (500,00)	1. seleção, descasque e corte das pontas.	Casca de banana (166,67)
	Banana descascada (333,33)	

Observação: refere-se a quantidade necessária para 1 liofilizador

3.4. Avaliação Econômica

O custo da modificação gerado pela implementação da alternativa de P+L sugerida foi considerado como sendo apenas o de treinamento e supervisão dos funcionários no novo procedimento, já que não seria necessário aquisição de equipamentos e outros. Este custo foi calculado tendo como base o salário de 20 funcionários da fábrica diretamente relacionados a etapa de descasque dos frutos e seu treinamento durante meia hora. Nos cálculos também se considerou os custos correspondentes a supervisão realizada por 1 funcionário durante 10 dias por 4 horas.

No cálculo do custo operacional antes da P+L considerou-se apenas o consumo de matéria prima assumindo-se que a estimativa de produção de banana de 1/8 de rodela é de 14400 kg/ano, o rendimento da etapa de liofilização é de 22,7% e o rendimento de descasque de 59,4%. O preço médio da banana *in natura* foi considerado como sendo de R\$0,32/kg.

No cálculo do custo operacional depois da P+L considerou-se as mesmas condições de antes do P+L apenas levando-se em consideração que o rendimento do processo de descasque aumentou para 66,7%.

O benefício econômico foi considerado como sendo a diferença de custo operacional antes e depois da P+L. Na Tabela 1 encontra-se o resumo dos dados de avaliação econômica da implantação da alternativa de P+L sugerida.

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

Custo da Modificação	Valor	Unidade
Treinamento e supervisão dos funcionários no novo procedimento	121,00	R\$
Total	121,00	R\$
Situação antes da P+L		
Matéria prima (banana <i>in natura</i>)	106.758,67	kg/ano
Custo unitário da matéria prima	0,32	R\$/kg
Custo total da matéria prima	34.162,77	R\$/ano
Total	34.162,77	R\$/ano
Situação depois da P+L		
Matéria prima (banana <i>in natura</i>)	95.163,52	kg/ano
Custo unitário da matéria prima	0,32	R\$/kg
Custo total da matéria prima	30.452,33	R\$/ano
Total	30.452,33	R\$/ano
Benefício econômico		
Situação antes da P+L – situação depois da P+L	3.710,45	R\$/ano
Total	3.710,45	R\$/ano

A implementação da alternativa de P+L sugerida levou a redução de 11.595 kg/ano de banana *in natura* a ser adquirida, o que corresponde a 10,9% da quantidade de matéria prima necessária à produção anual total de banana liofilizada tamanho 1/8 de rodela. Este resultado ilustra muito bem um dos principais aspectos da utilização da Produção Mais Limpa como ferramenta para redução de desperdícios/resíduos em processos produtivos. Os resíduos representam perda de matéria prima ou energia já pagos pela indústria, além de gastos no manuseio e disposição final. A otimização no uso de materiais resulta em economia no custo e aumento de produtividade. Maior quantidade de produto é produzida a partir da mesma quantidade de material inicial quando não há desperdício de recursos, resultando em vantagem competitiva para a empresa no mercado.

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.

3.5. Avaliação Ambiental

O principal benefício ambiental foi a redução de resíduo orgânico em decorrência da não retirada das pontas de banana durante o descasque

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A oportunidade de P+L identificada apresentou como benefícios ambientais à redução da geração de resíduo orgânico (classe II) em decorrência da não retirada das pontas de banana durante o descasque (7.740 kg/ano) e a redução do consumo de matéria-prima em virtude do aumento de rendimento do processo (11.595 kg de banana/ano). Como benefício econômico ocorreu a redução de custo no consumo de matéria-prima (R\$ 3.710,00/ano).

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

Nas figuras 4 e 5 encontram-se registros fotográficos da etapa de descasque e corte das pontas das bananas que serão liofilizadas.

Figura 4. Descasque das bananas.



Figura 5. Corte das pontas de banana.

