

**XI SILUBESA*****Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental***

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

XII-008 - OPORTUNIDADES DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA PRODUÇÃO DE POLPAS DE FRUTAS

Ineuda Maria Alves Ferreira Lima

Mestranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Química da UFRN. Engenheira de Alimentos pela Universidade Federal do Ceará.

Kátia Regina Souza

Mestranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Química da UFRN. Engenheira Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Andréa Araújo Furtunato do Amaral

Mestre em Engenharia de Processos do Programa de Pós-graduação em Engenharia Química da UFRN. Engenheira Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Thiago Negreiros Moura

Graduando em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Carlos Enrique de Medeiros Jerônimo

Doutorando em Engenharia Química pelo PPGEQ/UFRN. Engenheiro Químico. Consultor Técnico em Engenharia Ambiental e de Processos.

Henio Normando de Souza Melo

Professor Doutor do Departamento de Engenharia Química/UFRN. Doutor e Engenharia Ambiental (INSA/Toulouse-França).

Endereço⁽¹⁾: Rua Professor Gerson Dumaesq, 259, Capim Macio, Natal – RN CEP.: 59082-330



gpresol@bol.com.br & URL:



<http://www.gpresol.hpg.com.br>

RESUMO

A produção de frutas tropicais vem se destacando, nos últimos anos, como uma das principais atividades agro-industriais da região nordeste, em especial no estado do Rio grande do Norte. O avanço na procura por produtos de preparo rápido fez surgir na área da industrialização de frutas as polpas naturais congeladas. A partir de então esta facção da indústria tem se desenvolvido bastante. No Rio Grande do Norte existem inúmeras indústrias neste ramo, onde se observa a necessidade de uma solução para o problema dos rejeitos gerados na extração dessas polpas. São inúmeras e bastante sérias as conseqüências ao meio ambiente quando esses resíduos são depositados de forma incorreta, em contrapartida, a maior parte dos rejeitos, os bagaços, gerados por estas indústrias é constituída basicamente de matéria orgânica, bastante rica em açúcares e fibras, tendo um alto valor nutricional agregado, podendo até ser consumido ou suplementado na alimentação humana. Além disso, é uma boa fonte para produção de adubo e ração animal, principalmente por conter uma concentração de carboidratos elevada. O objetivo deste trabalho foi identificar oportunidades para a implementação da ferramenta da produção mais limpa, CNTL (2003), a fim de obter estudos de caso para a industrialização de polpas de frutas, que viabilizem a sua redução na fonte de geração e a minimização de custos de processo.

Palavras-chave: Bagaços, Frutas, Resíduos Sólidos, Agroindústrias e Reaproveitamento.

INTRODUÇÃO

A produção de frutas tropicais vem se destacando, nos últimos anos, como uma das principais atividades agroindustriais da região nordeste, em especial no estado do Rio grande do Norte. O avanço na procura por produtos de preparo rápido fez surgir na área da industrialização de frutas as polpas naturais congeladas. A partir de então esta facção da indústria tem se desenvolvido bastante. No Rio Grande do Norte existem inúmeras indústrias neste ramo, onde se observa a necessidade de uma solução para o problema dos rejeitos gerados na extração dessas polpas. São inúmeras e bastante sérias as conseqüências ao meio ambiente quando esses resíduos são depositados de forma incorreta, em contrapartida, a maior parte dos rejeitos, os bagaços, gerados por estas indústrias é constituída basicamente de matéria orgânica, bastante rica em açúcares e fibras, tendo um alto valor nutricional agregado, podendo até ser consumido ou suplementado na alimentação humana. Além disso, é uma boa fonte para produção de adubo e ração animal, principalmente por conter uma concentração de carboidratos elevada.

O objetivo deste trabalho foi identificar oportunidades para a implementação da ferramenta da produção mais limpa, CNTL (2003), a fim de obter estudos de caso para a industrialização de polpas de frutas, que viabilizem a sua redução na fonte de geração e a minimização de custos de processo.

METODOLOGIA

O primeiro procedimento tomado foi a realização de visitas a empresas de pequeno, médio e grande porte localizadas em Natal (Capital do estado), região metropolitana e zona rural, onde registrou-se através de um questionário: as formas de deposição; os impactos gerados pela empresa; as formas de reaproveitamento das frutas fora do padrão de qualidade para o processo e do bagaço gerado; as frutas processadas que têm as maiores perdas em campo; o interesse dos empresários em combater os riscos causados ao meio ambiente e a deposição das águas residuárias provenientes da lavagem das frutas.

Procurou-se através de artigos técnicos, formas alternativas para o reaproveitamento dos bagaços da extração de polpas e para as frutas fora do padrão de comercialização e industrialização.

Numa Segunda fase, definiu-se uma empresa padrão da região metropolitana da cidade do Natal, para averiguação do sistema produtivo e identificação de oportunidades de produção mais limpa, segundo metodologia específica do CNTL (2003).

As etapas que envolveram o levantamento das oportunidades seguiram de:

1. Diagnóstico Ambiental.
2. Definição do Fluxograma do processo produtivo.
3. Balanço de Massa do Processo, configurando-se indicadores de desperdício e produtividade a fim de se identificar melhorias.
4. Classificação das oportunidades de melhorias.
5. Estudos de caso na empresa.
6. Avaliação econômica e ambiental das oportunidades identificadas.

Na fase final, procurou-se através de artigos técnicos, formas alternativas para o reaproveitamento dos bagaços da extração de polpas e para as frutas fora do padrão de comercialização e industrialização.

PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE POLPAS

Salvo pequenas distinções entre as empresas o processo de obtenção de polpas de frutas apresentam as seguintes etapas: recepção da matéria-prima; lavagem com água e agente desinfetante (normalmente cloro); descascamento (caso haja necessidade); despolpamento (produção da polpa bruta e do bagaço); refinamento da polpa bruta (produção da polpa refinada e de bagaço); pasteurização (efetuada em uma pequena parcela das empresas); envasamento e congelamento.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Além da identificação dos males existentes, esse trabalho buscou, também, mostrar através de uma revisão bibliográfica, alternativas ambientalmente corretas e economicamente viáveis para se solucionar o problema da geração de bagaços das indústrias de processamento de frutas. Os exemplos escolhidos para serem apresentados mostram soluções para o problema de uma fruta específica, porém as metodologias usadas podem servir de embasamento para o estudo do reaproveitamento de uma variedade considerável de frutas típicas da região.

Além das formas de reaproveitamento adotadas pelas empresas visitadas, existem outras de maior importância, em razão do seu maior valor comercial. Alguns estudos realizados que visaram o reaproveitamento de bagaços oriundos da industrialização de frutas foram encontrados, principalmente na área de rejeitos de indústria de sucos, doces etc. Porém, a aplicabilidade é geral já que se trata de um mesmo subproduto.

Gasparetto (1999) estudou o aproveitamento do bagaço proveniente da fabricação de geléias de "manga espada" para formulação de farinhas enriquecidas. O produto era obtido por desidratação em um secador de leito de jorro e em média era constituído de 30% de bagaço, misturado a açúcar, polpa e farinha de mandioca. O produto apresentava para 100g: 20 mg de ácido ascórbico, 60g de açúcares e 4,5g de fibras. Sendo aprovado como uma excelente fonte de fibras para alimentação humana.

Protzek et al (1998) estudou o reaproveitamento de bagaço de frutas desidratado, misturado à farinha de trigo para serem adicionados a pães, biscoitos e outros produtos, principalmente em lugares onde o trigo é escasso.

A extração de componentes individuais dos bagaços, como por exemplo as fibras, vem sendo estudada. Lima (2000), a partir da lavagem do bagaço e posterior secagem obteve concentrados de fibras, a serem suplementados em produtos carentes deste componente.

Amorim (1999), estudou o uso do resíduo da extração de algumas polpas de frutas para o aproveitamento como ração animal. Este desidratou os bagaços em estufa por aproximadamente 24 horas a 60-70°C. Na Tabela 1, é mostrada a caracterização dos bagaços desidratados obtidos. Observa-se um excelente valor nutricional dos materiais e de acordo com o animal a ser empregado, a mistura em proporções estudadas e otimizadas, pode ser uma excelente fonte de renda e de minimização do impacto ambiental desses materiais.

Tabela 1: Caracterização Química dos Bagaços da Extração de Polpas Desidratados

(Fonte: Amorim (1999))

Fruta	Sólidos Solúveis (°Brix)	Gorduras (%)	Proteínas (%)	Fibras (%)	Umidade (%)
Abacaxi	72,14	0,54	4,12	15,70	5,90
Acerola	44,64	2,40	9,15	38,03	8,18
Cajá	66,64	0,81	8,19	14,50	13,77
Caju	50,14	2,56	9,99	25,75	9,41
Graviola	47,94	5,72	7,15	29,36	8,70
Manga	46,64	2,86	3,97	45,62	4,58
Mangaba	32,94	19,93	8,78	37,24	3,26
Maracujá	19,34	2,28	3,65	63,00	6,94

Quanto a formulação de alimentos utilizando resíduos da industrialização de frutas, Ribeiro et al (2000) estudaram o doce em calda de cascas de maracujá, tendo este produto uma excelente aceitação. Segundo os autores sua viabilidade técnica é comprovada, sugerindo estudos para o emprego em creches e escolas como merenda escolar, principalmente em comunidades carentes.

Abreu & Neves (2000) caracterizaram e estudaram as condições de fermentação de caroços de manga visando seu aproveitamento como alimento similar ao cacau em pó. Observou-se que a composição lipídica da amêndoa de manga é semelhante a amêndoa de cacau, diferindo nas proporções em ácidos graxos. A maior quantidade de ácido esteárico e linoleico, que são reconhecidamente benéficos à saúde por não participarem da formação do colesterol no organismo, pode ser considerado como uma das vantagens de se consumir este produto.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O fluxograma padrão identificado consiste em:

ENTRADAS		ETAPAS		SAÍDAS
Caixas plásticas Cajá in natura	→	[1]. RECEPÇÃO [prod. da etapa] Fruta Recepcionada	→	
	→	[2]. PESAGEM [prod. da etapa] Fruta Pesada	→	Frutas verdes
Água de lavagem das frutas	→	[3]. PRÉ-LAVAGEM [prod. da etapa] Fruta Lavada	→	Água residual
Água de lavagem das frutas Água de lavagem de equipamentos Cloro	→	[4]. 1ª LAVAGEM [prod. da etapa] Fruta Lavada	→	Frutas estragadas Água residual
Água de lavagem das frutas Água de lavagem de equipamentos Cloro	→	[5]. 2ª LAVAGEM [prod. da etapa] Fruta Lavada	→	Água residual Frutas estragadas
Água para lavagem de equipamentos	→	[6]. DESPOLPAMENTO [prod. da etapa] Polpa	→	Bagagaço (semente, casca) Água residual
Água de lavagem de equipamentos Polpa de cajá Saco plástico cap. 200Kg Tambor	→	[7]. ENVASAMENTO [prod. da etapa] Polpa Envasada	→	Água residual Polpa (perdida)
	→	[8]. CONGELAMENTO [prod. da etapa] Polpa Congelada	→	
	→	[9]. ARMAZENAMENTO/ESTOCAGEM Polpas	→	

As principais frutas comercializadas e industrializadas no estado do Rio Grande do Norte são mostradas na Tabela 2.

Tabela 2: Produção de Frutas no Rio Grande do Norte (Fonte: IBGE – 1997)

Fruta	Produção Anual	Fruta	Produção Anual
Abacaxi**	47205	Graviola**	405
Acerola*	2683	Manga**	71696
Caju**	316341	Mangaba*	1002
Maracujá**	10027		

*toneladas ou **Mil frutos

Tabela 3: Rendimento da Extração de Polpas

Fruta	Rendimento (%)
Abacaxi	62,5
Acerola	62,5
Cajá	65,0
Caju	68,0
Goiaba	77,5
Graviola	35,0
Manga	50,0
Mangaba	67,5
Maracujá	30,0

Na Tabela 3, são apresentados os valores médios de rendimentos na extração de polpas de frutas, obtidos nas diversas empresas pesquisadas.

Geração de Resíduos Sólidos

O problema de maior gravidade observado, em quase totalidade das empresas, foi o grande montante de matéria-orgânica desperdiçada ao longo do processo. A geração dos resíduos inicia-se na etapa de seleção das frutas padronizadas, onde uma grande quantidade delas com qualidades para o consumo é descartada em virtude de não atenderem as especificações exigidas pelo processo (Figura 2), tanto no aspecto de maturação como de degradação. Desse modo, são transportadas para locais que a reaproveitam como ração animal (na maioria das empresas rurais) ou que as desperdiçam jogando-as para recolhimento do sistema de limpeza pública, sendo destinadas para aterros ou lixões (empresas urbanas).

Esse mesmo tratamento foi observado para os resíduos provenientes da etapa de descasque, o que contribui com o dano ambiental.



Figura 2: Resíduos das Etapas de Seleção e Descasque

Os últimos resíduos orgânicos gerados pela extração de polpas são os bagaços provenientes das etapas de despulpamento e refino (Figura 1). Assim como os demais resíduos, os bagaços são causadores de impacto ambiental. Porém, pelo fato de ser um produto mais refinado e com qualidades nutricionais mais concentradas, estes resíduos vêm recebendo uma maior atenção dos produtores, que passaram a procurar formas economicamente viáveis de tratá-los.

Um exemplo disso é o processo de compostagem para fabricação de adubo, todavia, há um grande problema da realização deste: a falta de conhecimento técnico para implantação e monitoramento da compostagem, o que resulta em problemas de natureza estética (emanação de odores, produção de chorume, proliferação de vetores etc) e de qualidade do composto orgânico produzido. Estes estão relacionados a fatores que afetam a atividade microbiológica e que normalmente devem receber um devido controle operacional, entre os quais: umidade, oxigenação, temperatura, concentração dos nutrientes, pH e tamanho das partículas (Pereira Neto, 1996).

Observou-se nas empresas rurais visitadas que algumas delas realizam a operação de compostagem, porém sofrem com os problemas citados anteriormente, principalmente em razão da ausência de monitoramento (Figura 3). Nas empresas urbanas onde a disponibilidade de área é reduzida o bagaço não vem sendo reaproveitado em processos de reciclagem, sendo, em contrapartida, depositados diretamente para coleta do sistema de limpeza pública.



Figura 3: Formas de Destinação dos Resíduos da Extração de Polpas.

Na aplicação da planilha de aspectos e impactos ambientais, ponderou-se os principais itens de interesse. Sendo dada a ênfase do trabalho aos resíduos e efluentes de maior gravidade. Na Tabela seguinte é representado o resultado da presente avaliação, realizada mediante metodologia específica desenvolvida pelo CNTL (2003).

E t a p a	Descrição do aspecto	Impactos					Probabi- lidade	Importân- cia do impacto	Existe requisi- to legal	Existe medida de controle	Resultado (somatória)	Priori- zação	Medida de controle
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)							
		Severidade				Abran- gência							
3	Efluente Líquido Água residual		1				3	3	5 - sim	6 - não	14	1	
4	Efluente Líquido Água residual		1				3	3	5 - sim	6 - não	14	1	
5	Efluente Líquido Água residual		1				3	3	5 - sim	6 - não	14	1	
6	Efluente Líquido Água residual		1				3	3	5 - sim	6 - não	14	1	
7	Efluente Líquido Água residual		1				3	3	5 - sim	6 - não	14	1	
7	Resíduo Sólido Polpa (perdida)		1				3	3	5 - sim	6 - não	14	1	
4	Resíduo Sólido Frutas estragadas		1				3	3	5 - sim	4 - sim, mas não atende	12	7	Disposição ao solo

5	Resíduo Sólido Frutas estragadas		1				3	3	5 - sim	4 - sim, mas não atende	12	7	
6	Resíduo Sólido Bagaço (semente, casca)		1				3	3	5 - sim	4 - sim, mas não atende	12	7	Secagem natural ao sol
4	Consumo de Cloro	1					3	3	5 - sim	0 - sim	8	10	
5	Consumo de Cloro	1					3	3	5 - sim	0 - sim	8	10	
1	Consumo de Cajá in natura	2					3	6	0 - não	0 - sim	6	12	
3	Consumo de Água de lavagem das frutas	2					3	6	0 - não	0 - sim	6	12	
4	Consumo de Água de lavagem das frutas	2					3	6	0 - não	0 - sim	6	12	
4	Consumo de Água de lavagem de equipamentos	2					3	6	0 - não	0 - sim	6	12	
5	Consumo de Água de lavagem das frutas	2					3	6	0 - não	0 - sim	6	12	
5	Consumo de Água de lavagem de equipamentos	2					3	6	0 - não	0 - sim	6	12	
6	Consumo de Água para lavagem de equipamentos	2					3	6	0 - não	0 - sim	6	12	
7	Consumo de Água de lavagem de equipamentos	2					3	6	0 - não	0 - sim	6	12	
7	Consumo de Polpa de cajá	2					3	6	0 - não	0 - sim	6	12	
1	Consumo de Caixas plásticas	1					3	3	0 - não	0 - sim	3	21	
7	Consumo de Saco plástico cap. 200Kg	1					3	3	0 - não	0 - sim	3	21	
7	Consumo de Tambor	1					3	3	0 - não	0 - sim	3	21	
2	Resíduo Sólido Frutas verdes											24	

Águas Residuárias de Lavagem

Outro problema ambiental observado diz respeito ao descarte das águas de lavagem, agregadas de matéria orgânica, resíduos insolúveis inorgânicos e cloro residual em elevadas concentrações. Este efluente é jogado diretamente na rede de esgotos sem nenhum tratamento prévio (Figura 4).



Figura 4: Deposição das Águas Residuárias de Lavagem.

Dentre as principais oportunidades evidenciadas, destacam-se as mostradas na Tabela abaixo:

Etapa do processo ou área da empresa	Oportunidade e/ou problema	Ação a ser adotada	Barreiras e/ou necessidades
Despulpamento	Bagaço	Reuso em compostagem	Tratamento do resíduo
Envasamento	Polpa retida nos baldes e equipamentos	Mudança de tecnologia	Instalação de tubulação contínua até o envase
Recepção da Matéria-prima	Efluente da água de lavagem das frutas e equipamentos	Mudança de processo de lavagem e reuso em irrigação	Orientação para uma lavagem adequada

Para a avaliação dos níveis de eficiência alcançados, se faz uso dos seguintes indicadores:

Indicadores	Objetivo do Indicador	Forma de Montagem do Indicador	Unidade
Consumo de água	Lavagem das frutas e equipamentos	$s1+s2+s3$	m ³
Polpa perdida nos baldes de inox	Medir a quantidade de polpa retida.	$e8*0,01$	kg
Quantidade de bagaço(resíduo) por matéria prima beneficiada.	Medir a produção de resíduo gerado	$e5*0,45$	kg

Entradas

e1 - Água de lavagem das frutas (Qtd: 355,2m ³)	e2 - Água de lavagem de equipamentos (Qtd: 115,2m ³)	e3 - Água para lavagem de equipamentos (Qtd: 28,8m ³)
e4 - Caixas plásticas (Qtd: 1000un.)	e5 - Cajá in natura (Qtd: 91200kg)	e6 - Cajá in natura (Qtd: 91200kg)
e7 - Cloro (Qtd: 1368L)	e8 - Polpa de cajá (Qtd: 50160kg)	e9 - Saco plástico cap. 200Kg (Qtd: 501un.)
e10 - Tambor (Qtd: 74un.)		

Saídas

s1 - Água residual (Qtd: 408m ³)	s2 - Água residual (Qtd: 62,4m)	s3 - Água residual (Qtd: 28,8m)
s4 - Bagaço (semente, casca) (Qtd: 41040kg)	s5 - Frutas estragadas (Qtd: 729,6kg)	s6 - Frutas verdes (Qtd: 228kg)
s7 - Polpa (perdida) (Qtd: 501,6kg)		

CONCLUSÕES

A partir do estudo comparativo, entre os dois tipos de empresa de extração de polpa de frutas, observou-se que o impacto ambiental das empresas urbanas tem um grau mais elevado, principalmente pela tentativa que as empresas rurais possuem em reaproveitar os bagaços. O que se faz necessário é um maior empenho dos empresários no que diz respeito à implantação de sistemas de reaproveitamento de resíduos principalmente como alimentação humana e animal. Investir na qualificação do quadro técnico de funcionários, que possam vir a pesquisar e desenvolver dentro da empresa essas alternativas, é uma boa solução.

Quanto a problemática da água de lavagem requer-se estudos mais aprofundados para avaliar tanto a questão da necessidade, como das vantagens e desvantagens do tratamento e reaproveitamento desses efluentes, na medida que a maioria das empresas do ramo são de pequeno porte.

Diante das diversas formas de reutilização de resíduos, o que não pode ser aceito é a ausência de medidas políticas que visem o reaproveitamento desse material, tendo o Brasil e em especial o Nordeste brasileiro, uma taxa de desnutrição tão elevada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, L.F. & Neves, E.C.A. Caracterização e estudo das condições de fermentação de caroços de manga (Mangifera Indica L) da variedade comum. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 17. Fortaleza – CE, Brasil. 2000.

Amorim, J. A. Caracterização de alguns bagaços de polpa de frutas obtidos na indústria de processamento Milfrutas indústria alimentícias LTDA. Relatório de Estágio Supervisionado do Departamento de Engenharia Química da UFRN. Natal – RN, 1999.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS (CNTL). Meio Ambiente E A Pequena E Microempresa. Porto Alegre – RS. 2003.

Gasparetto, O.C. Manga Espada: Produção de geléia a partir da polpa e aproveitamento do bagaço para o enriquecimento de farinhas. Dissertação de Mestrado. PPGEQ – UFRN. Natal – RN, Brasil. 1999.

IBGE. Produção de extração vegetal da silvicultura. Volume 12. ISSN0103-8435. Rio de Janeiro, 1997. p.1-328.

Lima, L.M.O. et al. Desidratação do bagaço de frutas tropicais visando obtenção de fibras alimentícias. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 17. Fortaleza – CE, Brasil. 2000.

Pereira Neto, J.T. Manual de compostagem: Processo de baixo custo. Belo Horizonte. 1996.

Protzek, E.C. et al. Pães de fôrma elaborados com fibras de bagaço de maçã. In: XVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Rio de Janeiro – RJ, Brasil. 1998.

Ribeiro, P. C. N. et al. Uso de uma tecnologia tradicional para o aproveitamento da casca do maracujá-amarelo (Passiflora Edulis, F. Flavicarpa) na produção de doces em calda. In: XVII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Fortaleza – CE, Brasil. 2000.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração de todas as empresas que contribuíram direta ou indiretamente com a realização desta pesquisa.