

GERENCIAMENTO DE CUSTOS DE RESÍDUOS EM AGROINDÚSTRIAS

MANAGEMENT COSTS OF RESIDUES AGROINDUSTRIES

Carlos Enrique de Medeiros Jerônimo

Universidade Potiguar, rua Prof. Gerson Dumaesq, 259, Capim Macio-Natal-RN.
CEP. 59082-330, E-mail: c_enrique@hotmail.com

RESUMO

Neste trabalho foi realizado o balanço material de todas as etapas do processo produtivo da industrialização de polpas de frutas (a fim de se obter de forma individual o custo de cada resíduo). Com a realização do balanço foram propostos parâmetros para as equações, bem como, os métodos de quantificação desses em cada indústria específica. Além disso, foram potencializadas alternativas para o reaproveitamento e gerenciamento dos montantes gerados. Com o conjunto de equações foi idealizado um software de gerenciamento, onde com apenas duas variáveis de entrada, tipo e carga da fruta a ser processada, se quantifica e delinea todas as frações de resíduos gerados. A partir da quantificação foi possível o cálculo do valor agregado aos resíduos, ou melhor, ao custo de produção desses. Sendo feito um estudo de caso comparativo para 4 empresas do segmento, observando-se potencialidades de redução de custos com o desperdício de recursos naturais da ordem de 30%.

Palavras-chave: Polpas de frutas. Resíduos sólidos. Agroindústrias.

ABSTRACT

In this paper we performed the material balance of all stages of the production process of industrialization of fruit pulp (to obtain individually the cost of each residue). Have concluded the balance, were proposed parameters for the equations, as well as methods for quantification of each specific industry. In addition, potentiated alternatives for reuse and management of the amounts generated. With the set of equations was designed management software, where with only two input variables, type and load of fruit to be processed, if delineates and quantifies all fractions of waste generated. From the quantification was possible to calculate the value-added waste, or rather the cost of production. Being made a comparative case study for four companies in the sector, noting the potential for cost reduction with the waste of natural resources in the order of 30%.

Keywords: Fruit pulps. Solid residue. Agroindustries.

1. INTRODUÇÃO

As atividades agroindustriais e de processamento de produtos agropecuários têm proporcionado sérios problemas de poluição no solo, em águas superficiais e em águas subterrâneas, conforme cita MATOS (2005). Esses resíduos apresentam, em geral, grande

concentração de material orgânico, e o seu lançamento em corpos hídricos ou diretamente no solo pode proporcionar grande decréscimo na concentração de oxigênio dissolvido nesse meio ou elevação descontrolada de nutrientes. A magnitude desta depende da concentração de carga orgânica e da quantidade lançada, além da vazão do curso de água receptor e níveis de composição do solo. Sendo assim, o conhecimento das quantidades geradas e as principais características físicas e químicas dos resíduos agroindustriais são fundamentais para a concepção e o dimensionamento dos sistemas de tratamento e, ou, disposição dessas águas na natureza.

A fim de atender às variadas e complexas necessidades da sociedade por consumo, PEREIRA e PEREIRA (2011) descreveram que ao longo do tempo, com o crescimento populacional e a constante capacidade humana de transformar o meio ambiente, essa dinâmica passou a se constituir em um problema. À medida que a relação consumo x produtividade passou a demonstrar que deveria haver limites ao processo de exploração da natureza, constatou-se que esta última não tem conseguido reciclar os resíduos descartados em uma velocidade compatível com a produção humana. O resultado disso são os lixões, poluição e degradação ambiental decorrentes do acúmulo e da produção de resíduos pelos humanos, conseqüentemente associados aos elevados custos ambientais (desperdício, remediação, tratamento e disposição final).

Dentre as atividades associadas à necessidade por consumo, no segmento agroindustrial, tem-se um crescimento exponencial do processamento de frutas para obtenção de polpas congeladas. Este é um dos segmentos que desponta de uma forma emergente no mercado, tendo-se elevadas taxas de crescimento e ganhando proporções nas cifras da partição do agronegócio brasileiro. Conseqüentemente, esse crescimento econômico é acompanhado de severos impactos ao meio ambiente, e estes têm em sua causa raiz as falhas no gerenciamento e elevados níveis de desperdícios observados no segmento.

Um parêntese deve ser feito para observar que durante muitos anos, os termos “crescimento econômico” e “desenvolvimento econômico” apresentaram significados semelhantes, ora sendo definidos como aumento da produção de bens e serviços em escala global, ora como melhoria progressiva da qualidade de vida (MENEZES e VIEIRA, 2011). Ações que garantam o desenvolvimento equilibrado e sustentado nos pilares do respeito socioambiental e crescimento, entretanto, devem ser obedecidas, para de fato se obter o desenvolvimento econômico do seguimento.

Diante deste cenário acima mencionado, Dimitrov (2010) em suas recomendações sugeriu a focalização da pesquisa científica sobre os problemas ecológicos, de maneira que fortaleçam os esforços para introduzir uma política ambiental responsável, devendo os formuladores de políticas considerarem atentamente seus investimentos. Sendo assim, a preocupação com os custos associados aos processos produtivos e seus desperdícios devem ser uma das principais premissas adotadas nessa leitura.

Philipi Jr et al. (2004) definiram que no capitalismo a economia ambiental não deveria deixar de ser considerada pelo mercado, e, sobretudo que ações pró-ativas, sem a necessidade de ação normativa dos governos fosse a força motriz das adequações na temática. Logo, um controle rigoroso dos custos associados à geração dos resíduos e seus desperdícios torna-se fundamental na consolidação do conceito de desenvolvimento sustentável.

Por falta de informação, donas de casa descartam 20% de certos alimentos, como cascas e folhas, com alto poder nutritivo. Além, de embalagens mal projetadas que são responsáveis por uma fração considerável do lixo urbano. O ministério da agricultura estima que cerca de 14 milhões de toneladas de alimentos são perdidos anualmente no Brasil. Cálculos do instituto de análise sócio-econômica (IBASE) demonstraram que o brasileiro desperdiça cerca de R\$ 4 bilhões anuais em frutas, verduras, legumes e outros alimentos perecíveis. Não são registradas frações de frutas desperdiçadas no processamento de produtos acabados, tais como: polpas, doces, sucos e outras; o que contribuem ainda mais para o aumento desses índices.

Segundo CNTL (2003), a prática gerencial no que diz respeito ao controle da geração de resíduos e a deposição final em processos industriais têm sido uma das principais preocupações ambientais dos estudiosos que visam tecnologias “mais limpas”, para os processos convencionais de produção. A filosofia das tecnologias limpas para isso apresenta amplo conjunto de indicadores ambientais que servem para a avaliação e decisões de medidas eficientes, além de auxiliar no gerenciamento de custos de produção.

Os indicativos ambientais, de uma forma mais ampla, apresentam funções como:

- ilustração de Melhorias ambientais ao longo do tempo, em determinadas avaliações;
- detecção dos potenciais para melhorias no processo produtivo;
- definição dos objetivos e metas do desempenho ambiental;
- monitoração do desempenho ambiental;
- identificação das oportunidades para produção mais limpa;
- facilitação da realização de Benchmarking ambiental;
- fornecimento dos dados para publicações referentes a relatórios ambientais;
- promoção da motivação do público interno;
- proporcionamento de uma base para implantação de sistemas de gestão ambiental;
- auxiliar na avaliação dos dados obtidos na fase inicial do programa de produção mais limpa;
- permissão na avaliação das oportunidades de melhoria que se transformam em estudos de caso, e
- auxílio na definição do plano de monitoramento, incluindo os parâmetros de controle e pontos de amostragem da medição e frequência de coleta.

Este conjunto de indicadores contrabalançados pelo peso do custo dos resíduos permite o gerenciamento completo e as definições das rotas de melhoria, para mudanças no processo produtivo ou alternativa para geração de renda, a partir dos resíduos.

Neste trabalho pretendeu-se realizar o balanço material (a fim de obter de forma individual o custo de cada resíduo) de todas as etapas do processo produtivo da industrialização de polpas de frutas. Com a realização do balanço foram propostos parâmetros para as equações, bem como, os métodos de quantificação desses em cada indústria específica. Além disso, foram sugeridas alternativas para o reaproveitamento e gerenciamento dos montantes gerados.

Com o conjunto de equações foi idealizado um software de gerenciamento, onde com apenas duas variáveis de entrada, tipo e carga da fruta a ser processada, se quantifica e delinea todas as frações de resíduos gerados. A partir da quantificação foi possível o cálculo do valor agregado aos resíduos, ou melhor, ao custo de produção desses.

2. INDICADORES DE DESEMPENHO

De uma forma geral, os indicadores de desempenho ambiental de uma organização podem ser subdivididos entre os: materiais e os energéticos. Alguns dos principais indicativos de materiais para o gerenciamento industrial, de uma forma global, podem ser vistos na Tabela 1, conforme descritos em CNTL (2003).

No que diz respeito aos indicadores energéticos, fato tão propagado em tempos de racionamento de energia elétrica, a Tabela 2 mostra exemplos desses tipos de variáveis quantificáveis.

Tabela 1 - Indicadores de Materiais

Indicador	Medida	Unidades
Consumo da Matéria-prima (MP)	Absoluto	Kg ou t
Eficiência do uso da Matéria-prima	Total MP/Produto Final	% ou kg/kg
Total de Embalagens	Absoluto	Kg ou t
Proporção de embalagens	Total de Embalagens/Produto Final	% ou kg/kg
Proporção de reutilizáveis	Embalagens Reutilizáveis/Totais de Embalagens	% ou kg/kg
Entrada de MP perigosas	Absoluto	Kg ou t
Proporção de MP renováveis	Total de MP Renováveis/Total de MP	% ou kg/kg
Custos de MP	Absoluto	R\$
Custo de Embalagens	Absoluto	R\$
Custo Específico de Embalagens	Custos de Embalagens/Totais de Produtos	R\$ / kg

Tabela 2 - Indicadores Energéticos

Indicador	Medida	Unidades
Consumo Total de Energia	Absoluto	kWh
Consumo Específico de Energia	Consumo Total/Produto Final	KWh / kg
Intensidade Energética	Consumo num Processo/Consumo Total	% ou kWh / kWh
Cota de Energia Renovável	Entrada de Energia Renovável/Consumo Total	%
Custo Total de Energia	Absoluto	R\$
Custo Específico de Energia	Custos de Energia/Custos do Produto Final	% ou R\$ / R\$
Custo Específico por tipo de energia da matriz energética da empresa	Custos por tipo de Recurso/Consumo por tipo de recurso	R\$ / kWh

Para controle dos indicativos dos sistemas de gerenciamento, no entanto, torna-se necessário o conhecimento dos custos dos resíduos de cada etapa, considerados individualmente no processo. A quantificação pode ser feita por meio de balanços de massa, considerando a Lei de Lavoisier, onde a massa não é perdida e sim transformada. Com isso, relaciona-se com os custos e tem-se uma modelagem econômica completa do sistema. Para tal, neste trabalho foi feita a proposição dos indicadores de custos estratificados.

3. MODELAGEM DO SISTEMA

3.1. Etapas do Processo Produtivo

O processo produtivo da industrialização de frutas é variável no arranjo de sequência de processos e técnicas, porém dentro de sistemática padrão. Em diversas visitas realizadas foi traçado um perfil, o qual será utilizado no desenvolvimento deste trabalho. A seguir serão descritos os processos considerados na modelagem aqui utilizada.

Seleção

A primeira etapa do processo constituiu-se da avaliação da matéria-prima a ser processada. Neste caso se aportou as frutas fora de especificação e em estado de maturação indesejável que são descartadas, constituindo um grande montante de resíduos, principalmente matéria orgânica.

Lavagem

As frutas selecionadas quando seguem para a etapa posterior que é composta pela imersão dessas em água clorada (cerca de 10 ppm) para desinfecção e higienização. Os efluentes gerados nessa parte são as águas residuárias, compostas da água clorada acrescidas da matéria orgânica e resquícios de sujidades minerais.

Descasque

Em alguns tipos específicos de frutas, por exemplo: abacaxi - maracujá se faz necessária à retirada das cascas para poder ser realizada a extração da polpa. Nessa etapa surge um grande montante de resíduos, material de excelente qualidade para o reaproveitamento como ração animal e outros derivados tais como geleia e outros.

Despoldamento

Na etapa seguinte chega-se ao despoldamento propriamente dito, onde são gerados os resíduos refinados do processo e que possuem maior valor agregado, principalmente, pelas diversas formas de reaproveitamento que o cabe (compostagem, produção de geléias, ração animal e outras).

Etapas de Espera e Pasteurização

Em indústrias de grande porte, a etapa posterior segue da espera da pasteurização e o tratamento térmico. Foi identificado que grande parte das pequenas indústrias, no entanto, não apresentam em seu processo produtivo essa etapa. Na elaboração do software esta condição foi inicializada como variável de escolha na entrada.

Envase

Produzida e tratada a polpa, esta segue para a embalagem na qual será comercializada. A grande fração das polpas produzida é comercializada em embalagens de 100 g, e acondicionadas em cinco unidades, e posteriormente agrupadas com cerca de 10 pacotes em caixas de papelão. Tendo-se a inclusão de dois novos resíduos. São detectadas algumas perdas de polpas e embalagem nessa etapa, portanto devem ser contabilizadas.

Armazenagem e Comercialização

Sendo embalados, os produtos são acondicionados em câmaras frigoríficas para que congelem e posteriormente possam ser comercializados. Nessa etapa ocorrem perdas de produtos acabados, constituídos além da polpa por embalagens plásticas e papelão. Na etapa de comercialização ocorrem os mesmos tipos de perdas.

3.2. Modelagem Matemática

O diagrama do balanço de material identificado e utilizado como padrão, contudo, é mostrado na Figura 1, onde as etapas 5 e 6 são condicionadas pela empresa. São mostradas algumas formas de reaproveitamento dos resíduos, no entanto, que será comentado posteriormente.

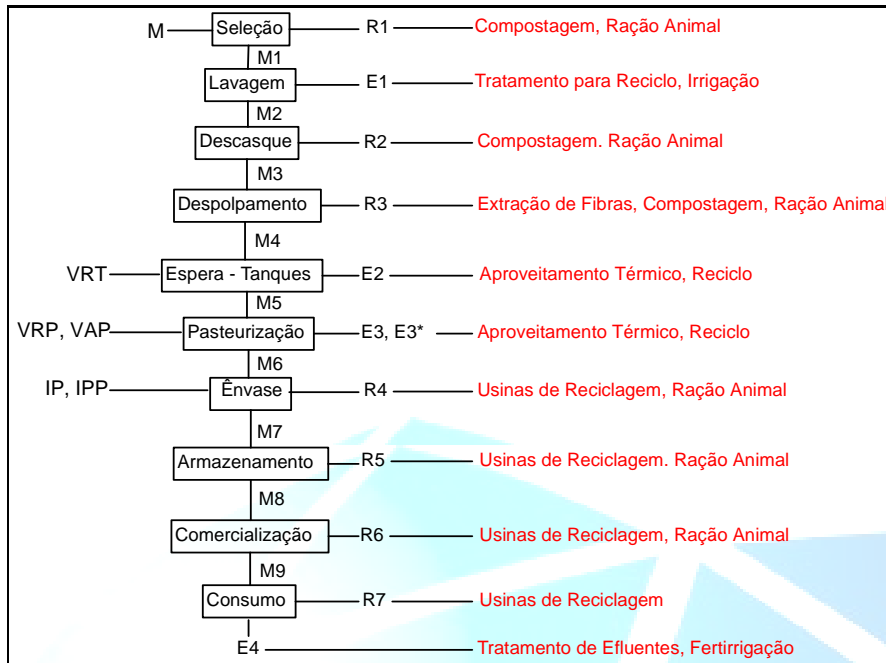


Figura 1. Diagrama de Blocos Padrão de Extração de Polpas.

Definido o processo padrão, pode-se equacionar o sistema a partir do balanço de material, feito desconsiderando prováveis acúmulos, porém, desnecessários para a quantificação do montante de resíduos. A seguir são mostradas as equações obtidas.

Na Primeira etapa do processo, tem-se uma alimentação de massa M de determinada fruta, sendo que dessa certa fração segue para as etapas do beneficiamento. Chegou-se a equação:

$$M = M1 + R1 \quad (1)$$

Onde $R1$ é quantificado pela fração média de perda na seleção de cada fruta especificamente. Podendo este parâmetro ser obtido por análise da frequência de retenção na seleção, realizada em dias esporádicos e padronizados por uma curva normal. Quantificando o parâmetro de retenção (s). Tem-se que:

$$R1 = s * M \quad (2)$$

Os resíduos gerados em $R1$ são convenientes para o reaproveitamento em sistemas de compostagem e para composição em ração animal (de forma direta ou beneficiado), pois são frutas em estados de conservação incertos e algumas com apenas danificações físicas.

Na etapa seguinte, tem-se a lavagem da massa $M1$, onde a relação de água de lavagem necessária por massa de fruta pode ser determinada e parametrizada de forma similar a (s). A equação dessa etapa é:

$$E1 = (M1 * st + M1 * mc) / pef \quad (3)$$

Os parâmetros (st) e (mc) são respectivamente: a carga de sólidos totais do efluente de lavagem por massa de fruta (determinada por meio gravimétrico em estufa a 105 °C) e o volume de água de lavagem necessário por massa de fruta (padronizado indústria a indústria). Corrigindo pela

densidade do efluente obtida por picnometria ou considerada como unidade correspondendo a um efluente de carga baixa de sólidos (ρ_{ef}). A carga de fruta que segue para etapa seguinte é dada por:

$$M2 = M1*(1 - st) \quad (4)$$

No descasque há retenção variável para diferentes tipos de frutas, pois em alguns casos esta etapa chega a ser descartada do processo. Para frutas que necessitam dessa etapa, no entanto, o balanço de resíduos gerados é proporcional ao parâmetro (c), quantificado pela fração de massa de cascas por massa de fruta, onde a equação do balanço é:

$$R2 = c*M2 \quad (5)$$

Já a massa de fruta que continua no processo é:

$$M3 = M2 - R2 \quad (6)$$

Chega-se propriamente dito na etapa principal do processo, o despulpamento, onde entra em questão o parâmetro essencial do processo: o rendimento da extração (η). Este parâmetro é condicionado pela relação de massa de polpa por massa de fruta processada, lembrando sempre que cada um dos parâmetros é contabilizado em termos do processo em questão, ou seja, o rendimento não leva em consideração a alimentação M e sim a carga M3. O balanço para esta etapa, portanto, é dado pelas equações:

$$R3 = M3*(1 - \eta) \quad (7)$$

$$M4 = M3 - R3 \quad (8)$$

$$E2 = lav1 + (M3*vol1) \quad (9)$$

O parâmetro (lav1) é a fração da água de lavagem necessária na ferramenta de despulpamento por massa de fruta processada. E (vol1) representa o aumento de volume da água de lavagem por massa de polpa.

Processada a polpa, em muitos casos, esta segue para um tanque de espera, onde são resfriadas e mantidas até que possam seguir para o processo de pasteurização. Em empresas que não fazem o tratamento térmico, porém, esta etapa de espera e a pasteurização são eliminadas do processo e segue-se para o envase. Quando essas etapas fazem parte do processo, no entanto, têm-se os balanços seguintes:

$$E3 = M3*RT \quad (10)$$

$$M5 = M4*(1 - perdas1) \quad (11)$$

$$E4 = lav2 + (M4*vol2) \quad (12)$$

Onde (rt) é a razão de fluido de resfriamento necessário por massa de polpa processada (determinado empiricamente em cada processo ou estimada pela capacidade calorífica dos materiais). E as (perdas1) são correspondentes ao produto que fica agregado ao tanque e que são arrastados junto à água de lavagem, tendo uma relação direta com a (vol2), que representa o aumento de volume da água de lavagem por massa de polpa, e a densidade da polpa (ρ_{polpa}).

$$Perdas1 = vol2*\rho_{polpa} \quad (13)$$

Tendo-se na etapa seguinte o tratamento térmico, onde as equações constitutivas desse processo são:

$$\mathbf{M6 = M5*(1 - perdas2)} \quad (14)$$

$$\mathbf{E5 = M5*faq} \quad (15)$$

$$\mathbf{E6 = M5*fres} \quad (16)$$

$$\mathbf{E7 = lav3 + (M5*vol3)} \quad (17)$$

Onde (perdas2) é a fração de produto retido no sistema de pasteurização por massa de polpa, (faq) significa a razão de fluido de aquecimento por massa de fruta processada, (fres) é a razão de fluido de resfriamento por massa de fruta processada, (lav3) corresponde a quantidade de água de lavagem necessária por batelada do pasteurizador e vol3 representa a relação volumétrica do parâmetro (perdas2), semelhante à Equação (13).

Na etapa de envase os balanços são:

$$\mathbf{MPI = X*M6} \quad (18)$$

$$\mathbf{MPA = Y*M6} \quad (19)$$

$$\mathbf{R4 = perdas3*MPI} \quad (20)$$

$$\mathbf{R5 = perdas3*MPA} \quad (21)$$

$$\mathbf{R6 = perdas3*M6} \quad (22)$$

$$\mathbf{M7 = (MPI + MPA + M6) - (R4 + R5 + R6) \quad ou}$$

$$\mathbf{M7 = M6*(1 - perdas3)*[X + Y + 1]} \quad (23)$$

Onde (X) é a massa de plásticos necessários por massa de polpa, (Y) a massa de papelão necessário por massa de polpa, MPI a massa de plásticos utilizada, MPA a massa de papelão utilizada e (perdas3) a fração de perdas do processo.

No armazenamento têm-se as perdas (p), que podem ser contabilizadas no resíduo, como:

$$\mathbf{R7 = p*M7} \quad (24)$$

E a carga que segue para a comercialização como:

$$\mathbf{M8 = M7 - R7} \quad (25)$$

Na etapa de comercialização, transporte e outros têm-se diversas perdas e que podem muitas vezes ser contabilizados pelos índices de devolução, compostos por produtos com prazos de validade vencidos e defeitos físicos. Esses resíduos podem ser modelados, juntamente ao parâmetro de devolução (d), expresso pela razão de produtos devolvidos pela massa comercializada, tal que:

$$\mathbf{R8 = d*M8} \quad (26)$$

A massa do produto consumida é:

$$\mathbf{M9 = M8 - R8} \quad (27)$$

Partindo-se para a questão dos resíduos urbanos, pode-se quantificar pelas estimativas dos resíduos provenientes das embalagens, plásticos e papelão respectivamente:

$$R9 = MPI - R4 \quad (28)$$

$$R10 = MPA - R5 \quad (29)$$

Partindo-se para uma referência a produção de esgotos domésticos, tem-se a relação:

$$E8 = id*(M9 - R9 - R10) \quad (30)$$

Onde (id) é o índice de indigestibilidade das polpas, parâmetro obtido por uma análise nutricional, porém sem interesse industrial, apenas inserido neste trabalho como forma informativa. A partir das equações constitutivas foi possível a modelagem das equações, e para com a entrada apenas do tipo da fruta e da carga a ser processada, se estima a carga de resíduos gerados.

Para avaliação do custo de resíduos gerados, e que podem ser agregados de valor, calculou-se seus montantes a partir do conhecimento dos custos de matérias-primas, águas de lavagem e outros. Pela multiplicação direta das cargas demandadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A descrição de algumas formas de tratamento dos resíduos, específicos, é mostrada na Figura 1, destacados em vermelho na figura.

Conforme as atribuições convencionais do *visual basic* se instituiu a tela de entrada mostrada na Figura 2, onde se observa a possibilidade da exclusão das etapas referentes à espera e a pasteurização das polpas. Na Tabela 3 são descritas as funções de cada um dos componentes da tela inicial.

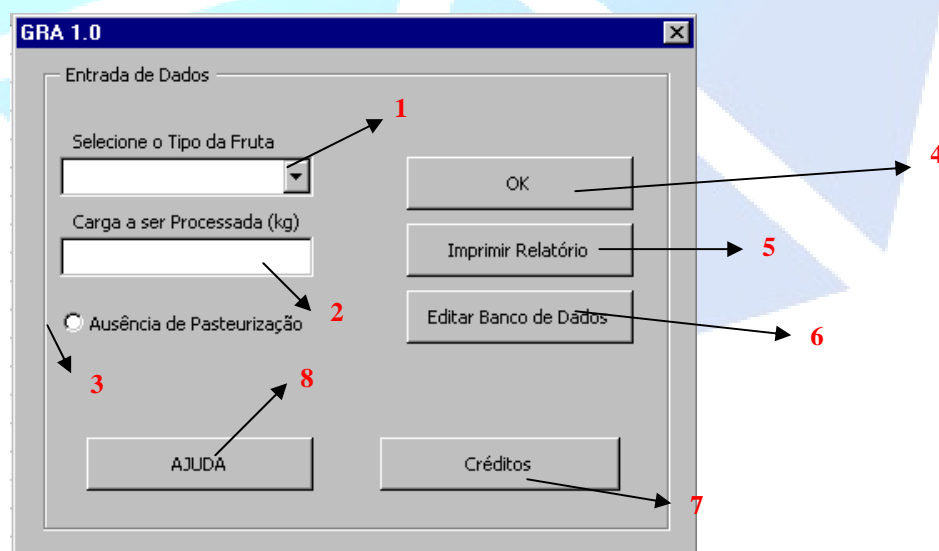


Figura 2. Tela de Inicialização do Software.

Tabela 3 - Descrição dos Utilitários da Tela de Inicialização do Software

Função	Descrição
1	Lista contendo as frutas cadastradas no banco de dados.
2	Local para digitação da carga de fruta in natura a ser processada (M).
3	Opção para Inativar as etapas de espera e pasteurização do processo.
4	Após a inclusão das variáveis de entrada essa opção demonstra na tela o resumo das variáveis quantificadas, conforme ilustra a Figura 03.
5	Permite a impressão direta das variáveis respostas, quantificadas e expostas em formato *.xls; Apresenta a visualização da planilha. Tem a função de obtenção das respostas em forma de dados, via planilha do excel©.
6	Tecla para inclusão, ajustes e exclusão de dados do banco de dados da empresa, a respeito dos parâmetros utilizados nesse modelo de balanços.
7	Descrição do grupo de pesquisadores autores do trabalho e contatos.
8	Ajuda do software. Contém um link para acesso a descrição das equações utilizadas no software. Bem como, dicas de uso.

A execução do software permitiu a obtenção de uma planilha de dados, onde podem ser gerados gráficos de visualização no montante de resíduos gerados, correlacionando dados temporais, ou a mudanças de variáveis do processo.

Na Figura 3 é mostrada a tela de resultados que se obtêm com a execução da opção OK da tela de inicialização. Observa-se uma síntese dos resultados gerados, inclusive com somatório de resíduos, como no caso de papelão e plásticos.



Figura 3. Tela de Resposta do Software.

Os dados detalhados da planilha, no entanto, podem ser obtidos pela seleção da opção Imprimir relatório, onde se tem acesso aos dados de todas as correntes calculadas no algoritmo principal do software. E onde são quantificadas as variáveis: M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 e E8. A partir do

conhecimento individual de cada uma dessas correntes o cálculo de custos, eficiências de processos, dentre outras variáveis de avaliação podem ser obtidas. Além disso, podem-se gerenciar os destinos, reaproveitamentos, reciclagem de materiais.

Na Figura 4, é mostrada a tela de edição dos parâmetros e composição do banco de dados do software. Observa-se que é necessária a descrição da fruta, pois como variável de entrada (Figura 2), os parâmetros são localizados pela função procura, que busca a descrição de forma idêntica a descrita na tela de inicialização.

Figura 4. Tela de Gerenciamento do Banco de Dados (BD).

Para validação do modelo foram realizados levantamentos em 4 agroindústrias do estado do Rio Grande do Norte, a fim de identificar os principais indicadores definidos neste trabalho. Os resultados foram expressos para a simulação obtida para uma carga de referência para frutos de maracujá. Observaram-se as diferenças significativas, e que para cada indicador ocorreu uma condição ótima de operação, que se otimizada para tal referência os resultados econômicos seriam bem expressivos.

Tabela 4 - Resultados de Parâmetros do Balanço de Material Obtidos em 4 empresas

RESUMO				Referência: 100 kg Maracujá	
Variáveis	Unidade	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4
Carga de Frutas Desperdiçadas na Seleção	kg	12	14	16	12
Volume de Água de Lavagem Residuária	L	140	165	178	154
Resíduos de Cascas e Caroços	kg	11	14	6	13
Bagaço de Frutas	kg	3,5	3,2	3,3	3,3
Volume de Fluido de Resfriamento de Tanque	L	120	120	121	120
Perdas de Produtos na Armazenagem	kg	1,2	2,2	1,0	2,1

Na Figura 5 são apresentados resultados comparativos dos custos operacionais, com os desperdícios das variáveis listadas, e a comparação para um “benchmarking” dentre os melhores resultados observados. Tem-se que a potencialidade de economia neste cenário variou de 14 a 35%, nas diferentes empresas. O que correspondeu a valores de R\$ 5,00 a 16,00, por cada 100 kg de polpa produzida, apenas com as variáveis quantificadas. Logo, o uso de tal ferramenta mostrou-se excelente técnica para um melhor controle do desempenho ambiental das organizações, podendo inclusive ser extrapolado para outros segmentos do setor produtivo brasileiro.

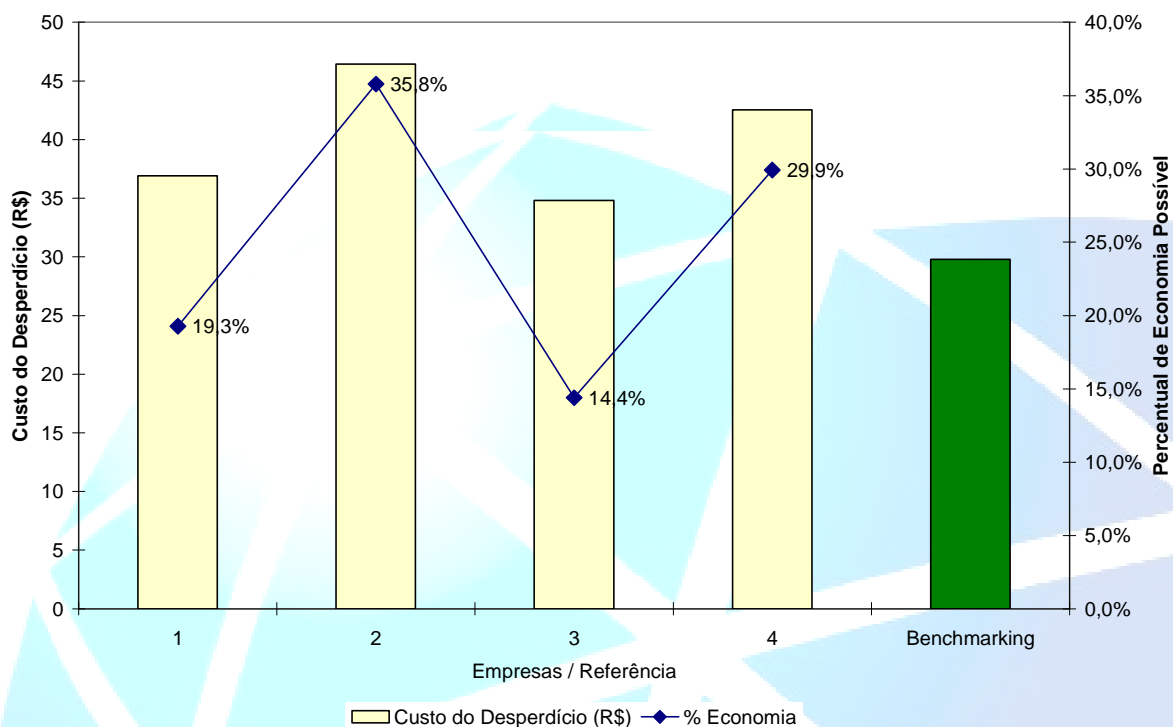


Figura 5. Custo do Desperdício e Potencialidade de Economia no Cenário Estudado.

5. CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos com o software, pode-se concluir que:

- 1) O balanço de material, e conseqüentemente o software apresentou uma interface de fácil acesso, a todos os níveis de instrução, permitindo o cálculo e modelagem de inúmeros indicadores para melhor gerenciamento ambiental da agroindústria do segmento do beneficiamento de polpas de frutas.
- 2) O estabelecimento da metodologia de determinação e a padronização dos processos é necessário para o enriquecimento e uso do software, em especial para o estabelecimento de uma estrutura comparativa de resultados entre as diferentes empresas - com o estabelecimento de *benchmarking*.
- 3) O Gerenciamento dos resíduos da industrialização de polpas foi enriquecido com uma ferramenta de fácil acesso e de simples parametrização.
- 4) O cálculo dos custos dos resíduos foi possibilitado, agilizando o controle dos custos desses montantes, para avaliação de empreendimentos e decisões ambientalmente econômicas.

6. REFERÊNCIAS

- 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. 230-234p.
- 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. 77-98p.
- CNTL-SENAI-RS. **“Implementação de programas de produção mais limpa”**, 2003.
- DIMITROV, R.S. O princípio da precaução nas políticas ambientais globais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Editora UFPR, n. 21, p. 27-42, jan./jun. 2010.
- JACOBSON, R. **Microsoft Excel 2000 – Visual Basic for Applications: Fundamentos**. Makron Books. São Paulo. 2001. 120-144p.
- LIMA, L. M. O.; MEDEIROS, M. F. M.; MAGALHÃES, M. M. A.. **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. 70-73p.
- MATOS, A.T. **Tratamento de resíduos agroindustriais**. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental/UFV. Viçosa. 2005. 110-112p.
- MENEZES, E.C.O.; VIEIRA, P.H.F. Aglomeração industrial, governança e meio ambiente: e premissas da abordagem do desenvolvimento territorial sustentável. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Editora UFPR, n. 24, p. 101-118, jul./dez. 2011.
- PEREIRA NETO, J.T. **Manual de compostagem: Processo de baixo custo**. Belo Horizonte. 1996. 118p.
- PEREIRA, A.L.; PEREIRA, S.R. A cadeia de logística reversa de resíduos de serviços de saúde. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Editora UFPR, n. 24, p. 185-199, jul./dez. 2011.
- PROTZEK, E. C.; FREITAS, R. J. S.; WASCZYNSKJ, N. Aproveitamento do bagaço de maçã na elaboração de biscoitos ricos em fibra alimentar. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, V. 16, N. 2, P. 263-275, 1998.