

DOMINGOS SÁRVIO MAGALHÃES VALENTE

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE APOIO À DECISÃO COM ACESSO
PELA INTERNET PARA DETERMINAÇÃO DE CUSTOS EM UNIDADES
ARMAZENADORAS

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Agrícola, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2007

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

V154d
2007
Valente, Domingos Sárvio Magalhães, 1978-
Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão
com acesso pela internet para determinação de custos em
unidades armazenadoras / Domingos Sárvio Magalhães
Valente. – Viçosa, MG , 2007.
xii, 89f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Paulo César Valente.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 63-65.

1. Grãos - Armazenamento - Aspectos econômicos.
 2. Grãos - Armazenamento - Custos - Modelos matemáticos.
 3. Processo decisório. 4. Software de aplicação.
- I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 631.568

DOMINGOS SÁRVIO MAGALHÃES VALENTE

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE APOIO À DECISÃO COM ACESSO
PELA INTERNET PARA DETERMINAÇÃO DE CUSTOS EM UNIDADES
ARMAZENADORAS

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Agrícola, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*

APROVADA: 28 de fevereiro de 2007.

Prof. Daniel Marçal de Queiroz
(Co-orientador)

Prof. José Luís Braga

Prof. José Helvécio Martins

Prof. Carlos Antônio Moreira Leite

Prof. Paulo César Corrêa
(Orientador)

“...a mente que se abre a uma nova idéia...

... jamais voltará ao seu tamanho original...”

Albert Einstein

Aos meus pais João Bosco Valente e Maria do Rosário Magalhães Valente, às minhas irmãs Flávia Valente e Fabiana Valente e à minha sobrinha Alice, exemplos de amor, carinho, confiança, incentivo e dedicação irrestrita,

DEDICO.

A Deus, que ilumina todos os momentos de minha caminhada,

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

Aos Professores Daniel Marçal de Queiroz e Paulo César Corrêa, pelo grande apoio na minha caminhada acadêmica, confiança, amizade e participação irrestrita na execução deste trabalho, pelos valiosos ensinamentos e pelo apoio constante.

Aos Professores Luis César da Silva e Sônia Leite, pelas críticas construtivas, paciência e apoio na elaboração deste trabalho.

Aos Professores Tetuo Hara e Leda Rita D'Antonino Faroni, pelas contribuições e sugestões.

Ao estudante de graduação Daniel Rocha, pela valiosa contribuição em longas jornadas de programação na realização deste trabalho, sem a qual não teria sido possível sua concretização.

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola, pela amizade e pela ajuda na realização deste trabalho.

Aos meus amigos, escolhidos a dedo, Bruno Furtado e Igor Emmerich, pelo apoio constante com palavras confortáveis nos momentos difíceis.

Aos meus amigos e colegas da Pós-Graduação Elaine Reis, André Goneli e Cristhian Lao, pelo companheirismo, amizade, pelas idéias e incentivo.

À Universidade Federal de Viçosa e, em especial, ao Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização do curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos.

À Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), pelo apoio financeiro e logístico ao desenvolvimento deste trabalho.

Ao Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem (CENTREINAR), pelo espaço e apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

BIOGRAFIA

Domingos Sárvio Magalhães Valente, filho de João Bosco Valente e Maria do Rosário Magalhães Valente, nasceu em Viçosa, Estado de Minas Gerais, em 13 de junho de 1978.

Em março de 1999, iniciou o Curso de Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, graduando-se em janeiro de 2004.

Durante o ano de 2004, trabalhou na ADM do Brasil LTDA, na área de operações de armazéns no estado do Mato Grosso do Sul.

Em março de 2005, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Engenharia Agrícola da UFRV, na área de Pré-Processamento e Armazenagem de Produtos Agrícolas, submetendo-se à defesa de tese, requisito indispensável para obtenção do título de *Magister Scientiae*, em fevereiro de 2007.

SUMÁRIO

	<i>Página</i>
RESUMO	<i>ix</i>
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
3.1. Armazenagem de grãos no Brasil	5
3.2. O sistema unidade armazenadora.....	7
3.3. Modelagem de sistemas	9
3.4. Modelos aplicados ao sistema de armazenagem de grãos	10
3.5. Determinação de custos em unidades armazenadoras	11
4. MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1. Desenvolvimento do modelo para estimar os custos das operações de armazenagem	14
4.2. Determinação do custo de recepção.....	22
4.3. Determinação do custo de pré-limpeza e limpeza.....	23
4.4. Determinação do custo de secagem	25
4.5. Determinação do custo de armazenagem.....	28
4.6. Determinação do custo de expedição.....	30
4.7. Representação do algoritmo desenvolvido.....	30
4.8. Implementação do sistema computacional para estimativa dos custos.....	32

4.9. Verificação do modelo implementado	35
4.10. Análise de sensibilidade do modelo implementado	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1. Desenvolvimento do modelo	41
5.2. Custos para as unidades armazenadoras de Uberaba-MG e Ponta Grossa-PR	43
5.3. Análise de sensibilidade mediante a alteração do índice de rotatividade .	48
5.4. Análise de sensibilidade mediante alteração do índice de ocupação	50
5.5. Análise de sensibilidade mediante alteração do teor de umidade inicial e final do produto	51
5.6. Análise de sensibilidade mediante alteração do tipo de combustível para secagem e teor de umidade inicial do produto	54
5.7. Análise de sensibilidade mediante alteração do tempo de utilização anual do sistema de secagem.....	55
5.8. Análise de sensibilidade mediante a alteração do teor de impureza e teor de umidade inicial do produto.....	56
6. CONCLUSÕES	60
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
APÊNDICE	66
APÊNDICE A	67
APÊNDICE B	76

RESUMO

VALENTE, Domingos Sárvio Magalhães, M.Se., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2007. **Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão com acesso pela internet para determinação de custos em unidades armazenadoras.** Orientador: Paulo César Corrêa. Co-orientadores: Daniel Marçal de Queiroz, Luís César da Silva e Sônia Maria Leite R. do Vale.

O funcionamento de unidades armazenadoras de grãos envolve operações unitárias, tais como recepção, limpeza, secagem, armazenagem e expedição. Para a execução dessas operações, utilizam-se edificações, maquinários, mão-de-obra, energia e insumos. Vários trabalhos de análise de custos em unidades armazenadoras de produtos agrícolas têm sido conduzidos, mas poucos abordam análises dos efeitos dos fatores associados a cada uma das etapas do pré-processamento e armazenagem. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um sistema de apoio à decisão com acesso pela internet para determinação de custos e tarifas em unidades armazenadoras de produtos agrícolas. Os custos foram determinados considerando as especificações de cada uma das operações unitárias no que se refere à depreciação, reparo e manutenção, seguros, impostos e alojamento, energia, insumos, mão-de-obra permanente e temporária. Os custos de recepção e expedição foram calculados por tonelada de produto recebido pela unidade armazenadora, considerando o índice de rotatividade e sua capacidade estática. Os custos para as operações de limpeza e secagem foram calculados, considerando o tipo, teor de umidade e impureza do produto. Para isso, foram utilizados coeficientes técnicos para estimativa da capacidade efetiva de

processamento. Os custos na operação de armazenagem foram calculados por tonelada de produto armazenado para um período de 15 dias, considerando o índice de ocupação, capacidade estática da unidade armazenadora e massa específica do produto. As unidades da CONAB, localizadas em Uberaba-MG e Ponta Grossa-PR, foram implementadas no sistema para geração de resultados conforme suas características específicas. Ao empregar o sistema de apoio à decisão, constatou-se que os custos de recepção e expedição se reduzem exponencialmente com o aumento do índice de rotatividade da unidade armazenadora: crescendo o custo de recepção com maior intensidade que o custo de expedição. Para os custos de limpeza e secagem, os comportamentos dos custos foram aproximadamente lineares e crescentes com o aumento do teor de umidade inicial do produto. O custo de secagem para a unidade de Ponta Grossa apresentou um aumento nas intensidades de crescimento do custo com a redução do teor de umidade final de secagem. A unidade de Uberaba apresentou, aproximadamente, as mesmas intensidades de crescimento do custo de secagem com a redução do teor de umidade final. O custo de armazenagem apresentou um comportamento exponencial crescente com a redução do índice de ocupação da unidade armazenadora. Com os resultados obtidos, pode-se concluir que a consideração do tipo de produto, teor de umidade e impureza do produto, índice de ocupação e rotação da unidade armazenadora, bem como os demais detalhes operacionais de funcionamento de uma unidade armazenadora de produtos agrícolas são importantes na composição final dos custos de recepção, limpeza, secagem, armazenagem e expedição.

ABSTRACT

VALENTE, Domingos Sárvio Magalhães, M.Se., Universidade Federal de Viçosa, February, 2007. **Development of an Internet Decision Support System for Determining the Grain Storage Facility Costs.** Adviser: Paulo Cesar Corrêa. Co-Advisers: Daniel Marçal de Queiroz, Luís César da Silva e Sônia Maria Leite R. do Vale.

For grain storage facility management, different unit operations are involved such as: receiving, cleaning, drying, storage and dispatching. To perform these operations, different structures, equipments, labor, energy and inputs are needed. Several research works have been done on analyzing the grain storage facility costs, although few of them take into account the analysis of factors associated to all pre-processing and storage steps. Therefore the objective of this work was to develop an internet decision support system for determining the grain storage facility costs and charging rates in grain store facilities. The costs were determined for each unit operation including depreciation, repair, maintenance, insurance, labor housing, energy, inputs, permanent and temporary labor. For estimating the drying and cleaning systems capacities, technical coefficient values were defined as function of the physical properties of the products. The reception and dispatching costs were calculated in terms of tones of received product by the storage facility assuming the annual capacity occupancy index and its static capacity. The cleaning and drying costs were calculated assuming the type, moisture content and impurity content. In order to estimate the

effective processing capacity technical coefficients were applied. The cost of storage operations were calculated in terms of tones per stored product for a period of 15 days assuming the occupational index, the facility static capacity and the bulk density of the product. The CONAB storage facilities located in Uberaba-MG and Ponta Grossa-PR were implemented in the system for generating the results according to their specific characteristics. In applying the decision support system it was observed that the reception and dispatching costs reduced exponentially as tones of received product of the storage facility increased, in another hand the reception cost increased more intensively than the dispatching costs. For the cleaning and drying costs, the costs behavior was approximately linear and increasing as the initial moisture content increased. The drying cost for Ponta Grossa facility presented an increase in the intensity of the cost rising with the drying final moisture content reduction. The Uberaba storage facility presented approximately the same intensity of drying cost rising with drying reduction of the final moisture content. The storage cost increased exponentially with the reduction of occupational index of the storage facility. According to the results it can be concluded that it is important to consider the type of the product, moisture content and product impurities content, occupational index and storage facility turning as well other operational details on storage facility management are considered important for composing the final costs of reception, cleaning, drying, storing and dispatching operations.

1. INTRODUÇÃO

Os produtos agrícolas são colhidos em determinadas épocas e consumidos ao longo do ano. Isso torna o setor de armazenagem de grande importância para o equilíbrio da oferta e demanda de produtos, reduzindo a variação de preço nos períodos de safra e entressafra (Thompson & Garcia, 1992).

Segundo Flores (1988) e Loewer et al. (1994), citados por Silva (2002), unidades armazenadoras de produtos agrícolas são estruturas projetadas e gerenciadas para a realização das seguintes operações unitárias: recepção, limpeza, secagem, armazenagem e expedição. Nessas operações, há diferentes necessidades de energia, insumos, serviços, maquinários e diferentes capacidades de processamento de produto.

Os serviços de pré-processamento e armazenagem de produtos agrícolas realizados pela Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, cooperativas e empresas privadas são tarifados por tonelada de produto. Portanto, tarifas realistas devem ser estabelecidas para cobrir os custos com infra-estrutura, mão-de-obra, energia, impostos e remuneração do capital investido.

No Brasil, os critérios de definição das tarifas em unidades armazenadoras seguem diferentes metodologias:

1. Obtida pela soma das tarifas de recepção, limpeza, secagem, armazenagem e expedição, realizadas na unidade armazenadora. Assim haverá uma tarifa para cada operação. Nesse tipo de tarifação, podem ou não ser considerados o tipo de produto, os teores de umidade e a impureza inicial.
2. Adoção de uma tarifa quinzenal única, por tonelada de produto armazenado.

São diversos os métodos de estimativa de custos, podendo-se destacar o método de engenharia econômica que se baseia na relação entre insumos empregados e produtos produzidos (Carvalho, 1998). Uma vantagem deste método é a estimativa de custos poder ser feita em momentos nos quais não existem históricos de operações. Além disso, esse método de análise permite a fácil atualização das estimativas de custo quando os recursos mudam ao longo do ano (Schnake & Stevens Jr., 1983).

Schnake e Stevens Jr. (1983) e Rezende (2001) realizaram trabalhos de análise de custos em unidades armazenadoras, considerando os custos das estruturas, dos equipamentos e das operações realizadas no processo. Também foram levados em consideração os efeitos da localização e desenho estrutural da unidade armazenadora, disponibilidade e aquisição de grãos. No entanto, os autores não individualizaram os cálculos dos custos para as operações de recepção, secagem, limpeza, armazenagem e expedição, e nem levaram em conta a influência de fatores operacionais como teores de umidade inicial e final, teor de impureza, tipo de produto e índices de rotatividade e de ocupação.

Segundo Lima (1969), os principais fatores que dificultam a determinação de custos são: (a) obtenção de dados técnicos e econômicos; (b) definição de critérios de rateio; (c) determinação de custo de produção em sistema que se encontra em andamento; (d) variações do fluxo de produção; e (e) caracterização do sistema produtivo. Em uma unidade armazenadora, as principais variações de fluxo ocorrem nas operações do sistema de secagem e do sistema de limpeza, em que as capacidades horárias de processamento são afetadas em função do tipo de produto, teores de umidade e impureza do produto.

Devido às particularidades que as unidades armazenadoras de grãos apresentam, tais como dinâmica de operações, capacidade estática de armazenagem, quantidade de produto recebida anualmente, média de produto estocado por mês, preços de aquisição de insumos, dentre outras, um sistema de apoio à decisão com acesso pela internet para determinação de custos de armazenagem pode se transformar numa valiosa ferramenta para ser utilizada para definir custos, tarifas e estratégias de armazenagem e auxiliar na formação do custo de produção de produtos agrícolas.

Hervieu (1993), citado por Carvalho (1998), afirma que o sucesso das empresas está diretamente associado à capacidade de adaptação à competitividade do mercado, antecipação de eventos e avaliação de situações. E para a realidade atual, as ferramentas computacionais e, principalmente, as que podem ser acessadas pela

internet, têm se apresentado como importantes meios na transferência de informações de forma precisa e dinâmica, sendo de grande importância para ser utilizadas como ferramentas para construção de sistema de apoio à decisão.

Gray (1997), citado por Chen et al. (2006), afirma que, devido às características de baixo custo e ao excelente sistema de suporte, as empresas estão utilizando a internet para enviar informações importantes com segurança considerável.

Existem vários trabalhos de análise de custos em unidades armazenadoras de produtos agrícolas, sendo poucos aqueles que levam em consideração os parâmetros técnicos e econômicos e a influência das propriedades físicas dos produtos para cada operação unitária durante a dinâmica operacional, no que se refere a índices de ocupação e rotatividade. Além disso, não foi encontrado registro de trabalho na literatura especializada que tenha proposto a análise de custo para apoio à decisão na formação de tarifas em unidades armazenadoras com acesso pela internet.

2. OBJETIVOS

Desenvolver um sistema de apoio à decisão com acesso pela internet para determinação de custos e tarifas em unidades armazenadoras de produtos agrícolas.

Especificamente, objetiva-se:

- Desenvolver um modelo de estimativa de custos para apoio à decisão para definir tarifas de recepção, limpeza, secagem, armazenagem e expedição de produtos agrícolas;
- Definir coeficientes técnico-econômicos para a estimativa de custos das diferentes operações em unidades armazenadoras para diferentes condições iniciais do produto a ser armazenado;
- Implementar o modelo para estimar custo e realizar a formação de tarifas de unidades armazenadoras com acesso pela internet;
- Demonstrar a aplicação do sistema computacional para as unidades armazenadoras da CONAB localizadas em Uberaba-MG e Ponta Grossa-PR; e
- Realizar análise de sensibilidade do modelo implementado.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Armazenagem de grãos no Brasil

Conforme dados da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (CONAB, 2007), o Brasil apresenta uma capacidade estática de armazenagem de 122.045.560 toneladas de produtos agrícolas, conforme mostra a Tabela 1, distribuída em 7.459 armazéns convencionais e 8.934 armazéns de produto a granel. Apesar de existir pouca diferença entre os números, os armazéns de produto a granel totalizam a maior capacidade estática de armazenagem, cerca de 77,97% do total. A região Sul apresenta a maior capacidade estática, com 41,53% da capacidade total, seguida das regiões Centro-Oeste com 34,53%, Sudeste com 16,47%, Nordeste com 5,61% e Norte com 1,86%.

Tabela 1 – Capacidade estática de armazenagem e números de armazéns no Brasil – ano de 2007

Regiões	Armazéns Convencionais		Armazéns a Granel		Total	
	Qtde	Capacidade (t)	Qtde	Capacidade (t)	Qtde	Capacidade(t)
Centro-Oeste	1.311	6.039.800	2.546	36.099.780	3.857	42.139.580
Nordeste	649	2.020.680	415	4.827.090	1.064	6.847.770
Norte	358	1.220.880	116	1.050.760	474	2.271.640
Sudeste	1.845	8.531.960	851	11.564.700	2.696	20.096.660
Sul	3.296	9.072.450	5.006	41.617.460	8.302	50.689.910
Total Brasil	7.459	26.885.770	8.934	95.159.790	16.393	122.045.560

FONTE: CONAB/SUARM/GECAD

A infra-estrutura de armazenagem não tem acompanhado, ao longo dos anos, o ritmo de crescimento da produção agrícola (Figura 1). Assim, verifica-se um *déficit* da capacidade de armazenagem, mais acentuada nas regiões recentemente incorporadas ao processo produtivo (Nogueira & Tsunehiro, 2005).

Com a crescente produção brasileira de grãos nos últimos anos, existe a necessidade de ampliar, de modo considerável, o número de unidades armazenadoras e de efetivar uma política de armazenagem que dê condições de modernização e crescimento ao setor (Silva, 2000).

Segundo Puzzi (2000), o setor de armazenagem é estruturado segundo sua localização e pode ser classificado nas seguintes categorias:

1. Unidades de fazendas – são localizadas nas propriedades e utilizadas a serviço dos produtores.
2. Unidades coletoras – encontram-se localizadas em posições estratégicas próximas às propriedades agrícolas, prestando serviço a vários usuários.
3. Unidades subterminais – são unidades de convergência de produtos das unidades coletoras e de propriedades agrícolas, prestando serviço a vários usuários. Este tipo de unidade tem como objetivo racionalizar os fluxos de mercadorias para minimizar os custos com movimentação.
4. Unidades terminais – localizam-se em centros consumidores e portos, apresentando como principal característica a alta rotatividade de produto.

No Brasil, a estrutura de armazenagem evoluiu dos sistemas terminais e intermediários para os coletores, representados pelas cooperativas, resultando em atividade tipicamente urbana. Em países com os Estados Unidos, a estrutura iniciou-se na fazenda e evoluiu para os sistemas coletores intermediários e terminais (Silva, 1995).

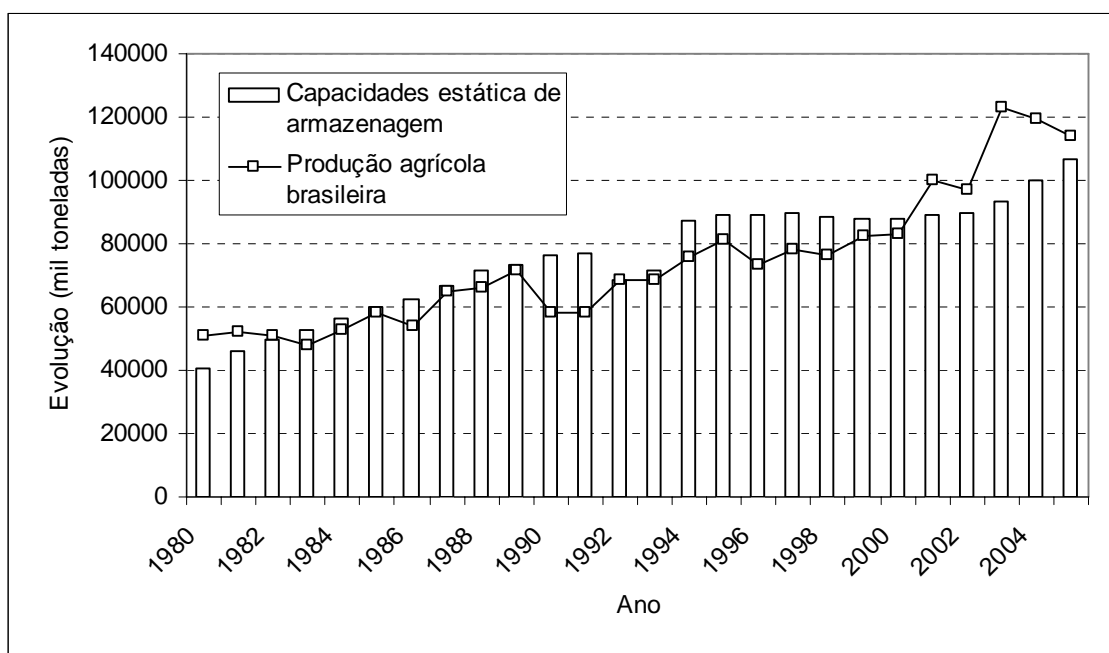


Figura 1 – Evolução da capacidade estática de armazenagem e da produção agrícola brasileira (CONAB, 2007).

3.2. O sistema unidade armazenadora

Unidades armazenadoras são estruturadas e gerenciadas para a execução das operações de recepção, limpeza, secagem, armazenagem e expedição de grãos. Essas operações podem ser descritas conforme a seqüência apresentada na Figura 2 (Thompson & Garcia,1992; Silva, 2006).

A estrutura de uma unidade armazenadora, normalmente, é composta de escritório, pátio de estacionamento, sala de pesagem de caminhão, sala de classificação, moegas, fornalhas, silos-pulmão e silos armazenadores. Os equipamentos normalmente encontrados são balança rodoviária, balança ferroviária, amostradores, determinador de umidade, homogeneizador de amostra, máquinas de pré-limpeza, secador, máquinas de limpeza, ciclones, pulverizadores, correias transportadoras, transportadores de corrente, elevadores de caçamba, transportadores helicoidais e silos de expedição (Weber,2005; Silva, 2006).

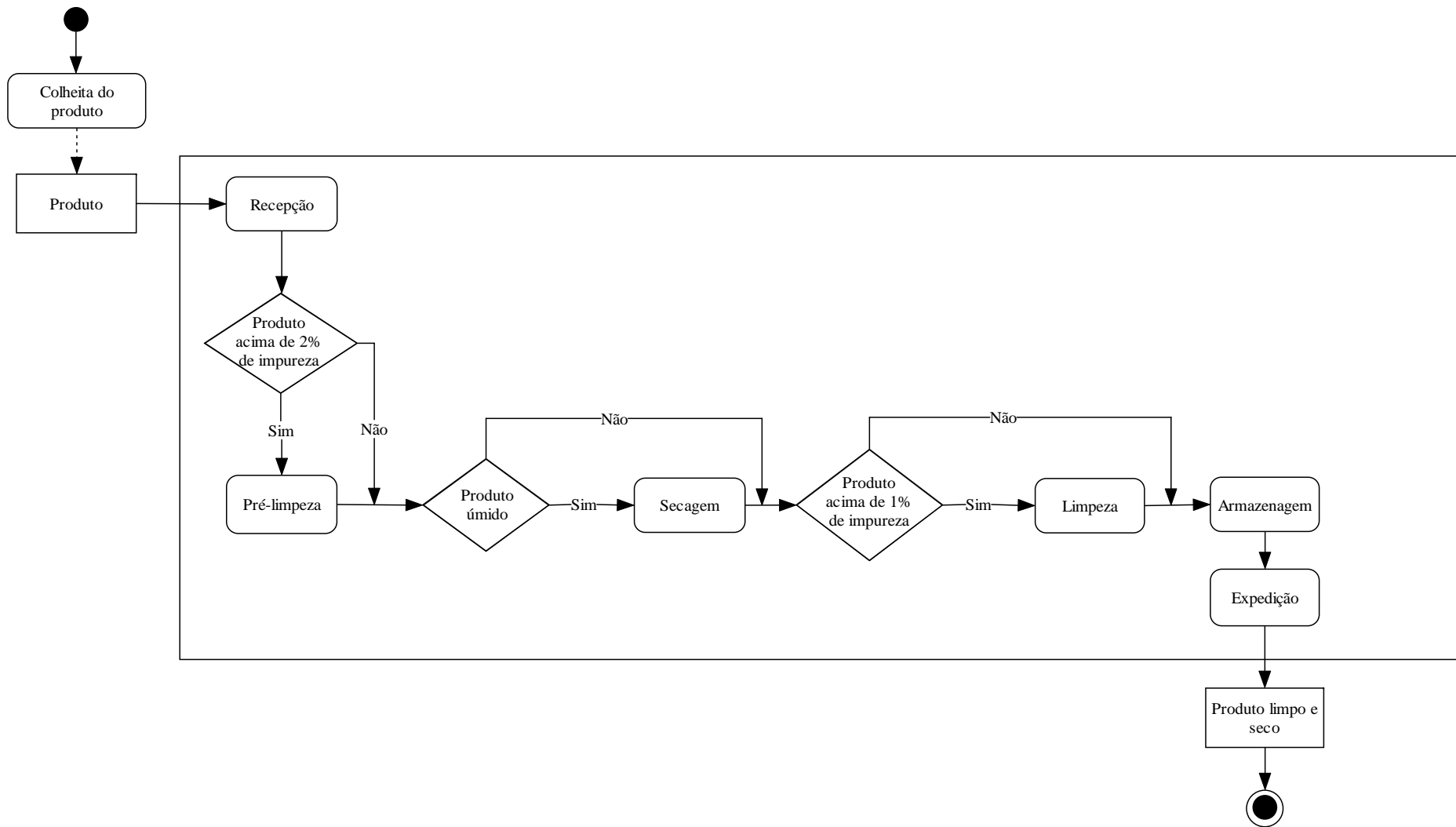


Figura 2 – Fluxograma operacional básico de unidades armazenadoras de grãos.

3.3. Modelagem de sistemas

Segundo Law e Kelton (1991), citados por Silva (2006), os sistemas podem ser abordados utilizando-se o seguinte critério, conforme a Figura 3.

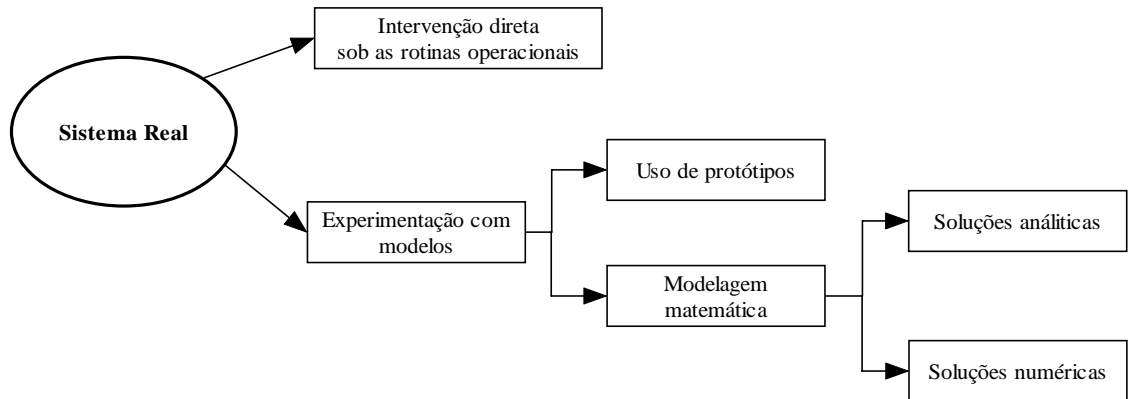


Figura 3 – Formas de estudo de um sistema real (Law e Kelton, 1991).

A alteração nas rotinas de operações do sistema tem como objetivo alcançar uma situação ideal, em que o tomador de decisão interfere diretamente na configuração e/ou operacionalização do sistema real. A interferência direta no sistema requer experiência do tomador de decisão, uma vez que as modificações podem afetar negativamente o desempenho do mesmo. Para não incorrer neste risco, segundo Law e Kelton (1991) e Silva (2002), o recomendado é proceder a experimentações com os modelos, que por sua vez podem ser configurados como protótipos ou modelos matemáticos. Os modelos matemáticos aplicados em simulações podem se classificar em:

- Estáticos e dinâmicos – Os modelos estáticos são empregados para determinar o estado de um sistema para uma dada situação temporal definida, enquanto os modelos dinâmicos descrevem a variação do estado do sistema de acordo com a variação temporal.
- Modelos estocásticos e determinísticos – Os modelos estocásticos envolvem, no mínimo, uma variável aleatória, enquanto os modelos determinísticos não utilizam esse tipo de variável.
- Modelos discretos e contínuos – Só se classificam como modelos discretos ou contínuos aqueles anteriormente classificados como dinâmicos. Assim é

considerado como modelo contínuo aquele em que o incremento na variável tempo é feito em intervalos fixos, enquanto nos modelos discretos o valor do incremento é função da ocorrência de eventos no sistema. Como geralmente a ocorrência dos eventos é influenciada por fatores estocásticos, os valores dos incrementos se comportam como variáveis aleatórias.

3.4. Modelos aplicados ao sistema de armazenagem de grãos

Os custos envolvidos em unidades armazenadoras de grãos dependem de vários fatores, tais como tipo de grãos armazenados, tamanho da unidade armazenadora, quantidade de produtos recebidos e estocados na unidade (Thompson & Garcia, 1992).

Silva (2002) desenvolveu uma metodologia para implementar modelos computacionais para simular a dinâmica operacional de unidades armazenadoras, considerando a influência de fatores estocásticos. Os modelos implementados foram classificados como estocásticos, dinâmicos e discretos. Para modelagem da unidade armazenadora, o autor desenvolveu um conjunto de soluções prontas no ambiente do programa computacional ExtendTM (Rivera, 1997), que permite simular os diferentes elementos desse sistema.

Para determinação do custo de secagem, devem ser levadas em consideração as variáveis que envolvem o sistema, tais como energia para aquecimento e movimentação do ar, energia para transporte de grãos, mão-de-obra, manutenção, depreciação e juros sobre capital investido. Para estimativa do tempo de secagem, podem-se utilizar modelos de simulação. Com isso, seria possível avaliar os itens de custos por tonelada de produto processado (Silveira et al., 2000).

A capacidade efetiva horária do sistema de secagem pode ser estimada em função do teor de umidade inicial, do teor de umidade final, do tipo de produto e das características do secador. O sistema de limpeza também apresenta sua capacidade efetiva horária variável dependendo das condições iniciais do produto. Essa capacidade pode ser estimada em função do teor de umidade, impureza e tipo de produto, considerando a utilização dos equipamentos dentro dos padrões recomendados pelo fabricante (Weber, 2005; Weber, 2001; Loewer et al., 1994; Queiroz, 2003). Além disso, os custos em unidades armazenadoras são influenciados por outros fatores, dentre os quais o total de produto armazenado, o método de secagem, o tamanho dos silos, o

número de silos, o grau de mecanização, o plano de expansão e a época de colheita (Loewer et al., 1994).

3.5. Determinação de custos em unidades armazenadoras

Com base na teoria do custo de curto prazo e das condições físicas e tecnológicas de produção e preços unitários de insumos, os custos classificam-se em fixos e variáveis. Os custos fixos são aqueles que não variam com o aumento da produção no curto prazo. Dentre os custos fixos relacionados, podem-se citar a depreciação, os juros sobre capital investido, os impostos fixos e os seguros. Os custos variáveis são aqueles que variam de acordo com o volume de produção, tais como reparos e manutenção, combustíveis, insumos, mão-de-obra e energia elétrica. Somando-se os custos fixos aos custos variáveis, obtém-se o custo total (Silveira et al., 2000).

McFalane e Bruce (1996) desenvolveram um sistema de controle para otimização do custo de secagem em fluxo contínuo. Para desenvolvimento do sistema de controle, foi implementado um algoritmo com uma função custo relacionada com o teor de umidade e temperatura dos grãos, danos térmicos, consumo de combustível e tempo de secagem. Um modelo simplificado de secagem de grãos foi desenvolvido para o cálculo rápido dos parâmetros durante a simulação. A função de custo e o modelo foram usados no algoritmo de controle que obtinha valores ótimos para o teor de umidade de saída e temperatura de secagem. Dessa forma, o secador teria sua regulação automatizada para o menor custo, obedecendo a algumas condições impostas ao sistema.

Young e Dickens (1975) realizaram um trabalho de estimativa de custos em secadores de fluxos cruzados. Nesse trabalho, os autores utilizaram o modelo de Hukill de 1947, devido ao baixo tempo requerido de processamento computacional para prever o tempo de secagem. Para a composição do custo total, considerou-se a soma dos custos variáveis e fixos. Para cálculo do custo variável, consideraram-se o combustível para o aquecimento do ar de secagem e a energia elétrica para movimentação dos ventiladores. Para o custo fixo, foi utilizada uma fração do valor de aquisição dos equipamentos para representar o custo com depreciação, juros, manutenção, taxas etc. O custo fixo foi dividido pelo tempo anual de utilização do sistema de secagem para obtenção do custo fixo horário. Para o cálculo do custo de

utilização por tonelada de produto, novamente se dividiu o custo fixo horário pelo mínimo entre dois valores da capacidade atual de secagem ou da relação de estimativa anual de produto a ser seco, dividido pelo tempo anual.

O custo de armazenagem é o custo do espaço para estocagem e para a manutenção da qualidade dos grãos. Esse custo é quase inteiramente fixo devido aos baixos custos operacionais. Os custos fixos consistem em depreciação, seguros, impostos e alojamento. Dessa forma, o custo por tonelada ou por saca de produto cresce à medida que o índice de ocupação da unidade armazenadora é reduzido (Christensen & Kaufmann, 1969).

Silva et al. (2006) desenvolveram um trabalho de estimativa de custos operacionais em unidades armazenadoras de grãos. Foram considerados custos fixos a depreciação, o seguro da infra-estrutura, reparo e manutenção e salários de funcionários vinculados à empresa. Para o cálculo dos custos variáveis, foram considerados a mão-de-obra temporária, o consumo de energia elétrica e lenha para o aquecimento do ar de secagem. Os autores concluíram que os custos totais foram maiores para “milho safrinha”, seguidos de milho e trigo, e por último para a soja. Concluíram que em nível de importância para determinação dos custos, estão os salários, a depreciação, o custo operacional durante a armazenagem, os reparos e manutenção, a energia elétrica, a mão-de-obra temporária, a lenha, o seguro da infra-estrutura e o seguro de armazenagem.

Schnake e Stevens (1983) realizaram um trabalho de determinação de custo em unidades armazenadoras e verificaram que o custo fixo total anual, incluindo depreciação, juros sobre capital investido, seguros, impostos e custos administrativos, excedeu em 60% o custo operacional anual. Os mesmos autores analisaram o custo por saca de produto em relação à rotatividade de produtos na unidade armazenadora, para diferentes tamanhos de unidades e tipos de produtos. Concluíram que o aumento da rotatividade dos produtos na unidade reduz o custo por saca de produto. Nesse trabalho, o menor custo foi para soja, seguida do trigo e milho, para qualquer tamanho e rotatividade da unidade armazenadora.

Analisando a viabilidade econômica da armazenagem em fazendas, Loewer et al. (1980) verificaram que o preço do combustível tem o mesmo efeito no retorno líquido da unidade armazenadora que a eficiência energética de secagem. Segundo os autores, o preço do combustível é importante, mas se o retorno esperado pela armazenagem de grãos for muito elevado, o preço do combustível sozinho não será o

fator de decisão da viabilidade da armazenagem na fazenda, se não ocorrerem variações drásticas de preço dos combustíveis no período de análise considerado.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O modelo foi implementado utilizando-se a linguagem de programação *PHP*, versão 4.3.10 (Achour et al., 2007) e o banco de dados *MySQL*, versão 4.1.9 (Axmark, 2007) em função de serem ferramentas de domínio público. O sistema foi projetado para ser acessado pela internet e foi denominado *STARWEB*.

4.1. Desenvolvimento do modelo para estimar os custos das operações de armazenagem

A metodologia é constituída de uma rotina de cálculo aplicada à unidade armazenadora a granel. Os custos são calculados considerando as operações unitárias de recepção, limpeza, secagem, armazenamento e expedição.

Em cada operação unitária, são calculados os custos com depreciação, juros sobre capital investido, reparo e manutenção, seguros, impostos e alojamentos, energia, mão-de-obra permanente e temporária.

Para o cálculo da depreciação para toda infra-estrutura da unidade armazenadora, foi utilizado o método linear, conforme a equação (1).

$$D = \frac{P - P.S}{Vu} \quad (1)$$

em que:

D = Depreciação, R\$.ano⁻¹;

P = Valor novo do equipamento ou estrutura, R\$;

S = Taxa de sucata do equipamento ou estrutura em relação ao valor novo, decimal; e

Vu = Vida útil, ano.

Para o cálculo dos juros sobre o capital investido, foi utilizada a média entre os valores de aquisição e sucata como o capital investido, segundo a equação (2).

$$Cjc = \left(\frac{P + P.S}{2} \right) . i \quad (2)$$

em que:

Cjc = Juros sobre capital médio investido, R\$.ano⁻¹; e

i = Taxa de juros anual, decimal.

Para o cálculo de reparo e manutenção, foram utilizados os dados de taxa de reparo e manutenção para cada um dos diferentes equipamentos ou estruturas. Os valores de reparo e manutenção foram obtidos, segundo a equação (3).

$$Crm = P.Trm \quad (3)$$

em que:

Crm = Custo de reparo e manutenção, R\$.ano⁻¹; e

Trm = Taxa de reparo e manutenção anual, decimal.

Para o cálculo de seguros, impostos e alojamentos, foram utilizadas as taxas para os diferentes equipamentos e estruturas. Os valores dos seguros, impostos e alojamentos foram obtidos, segundo a equação (4).

$$Cisa = P.Tisa \quad (4)$$

em que:

Cisa = Custo de impostos, seguros e alojamentos, R\$.ano⁻¹; e

Tisa = Taxa de impostos, seguros e alojamentos, decimal.

O valor total anual da mão-de-obra da unidade foi rateado entre as operações de recepção, limpeza, secagem, armazenagem e expedição. Para cálculo do custo anual com mão-de-obra permanente, foi utilizada a equação (5).

$$MOper = 12.(Sadm + Sper) \left(1 + \frac{ES}{100} \right) \quad (5)$$

em que:

MOper = Valor com mão-de-obra permanente, R\$.mês⁻¹;

Sadm = Soma dos salários da administração central, rateado para unidade, R\$.mês⁻¹;

Sper = Soma dos salários da mão-de-obra permanente, R\$.mês⁻¹; e

ES = Encargos sociais, %.

Para o cálculo do custo anual com mão-de-obra temporária, foi utilizada a equação (6).

$$MOTemp = 12.(Stemp + HoraExtra) \left(1 + \frac{ES}{100} \right) \quad (6)$$

em que:

MOTemp = Valor da mão-de-obra temporária, R\$.mês⁻¹;

Stemp = Soma dos salários da mão-de-obra temporária, R\$.mês⁻¹; e

HoraExtra = Custo com hora-extra, R\$.mês⁻¹.

O critério de rateio da mão-de-obra é a relação entre o número de horas-homem diretamente utilizado em cada operação unitária e o número total de horas-homem de todas as operações.

Para o cálculo do número de horas-homem de cada operação unitária, foi utilizada a equação (7).

$$HH_{\text{operação}} = NF_{\text{operação}} \cdot NH_{\text{operação}} \quad (7)$$

em que:

$$\begin{aligned} HH_{\text{operação}} &= \text{Número de horas-homem de cada operação, h.ano}^{-1}; \\ NF_{\text{operação}} &= \text{Número de funcionários utilizados na operação, adimensional}; \text{ e} \\ NH_{\text{operação}} &= \text{Número de horas de funcionamento da operação, h.ano}^{-1}. \end{aligned}$$

Para o cálculo do número total de horas-homem, foi utilizada a equação (8).

$$HH_{\text{Total}} = HH_{\text{rec}} + HH_{\text{lim p}} + HH_{\text{sec}} + HH_{\text{arm}} + HH_{\text{exp}} \quad (8)$$

em que:

$$\begin{aligned} HH_{\text{Total}} &= \text{Número de horas-homem total, h.ano}^{-1}; \\ HH_{\text{rec}} &= \text{Número de horas-homem da recepção, h.ano}^{-1}; \\ HH_{\text{lim p}} &= \text{Número de horas-homem do sistema de limpeza, h.ano}^{-1}; \\ HH_{\text{sec}} &= \text{Número de horas-homem do sistema de secagem, h.ano}^{-1}; \\ HH_{\text{arm}} &= \text{Número de horas-homem da armazenagem, h.ano}^{-1}; \text{ e} \\ HH_{\text{exp}} &= \text{Número de horas-homem da expedição, h.ano}^{-1}. \end{aligned}$$

Para o cálculo do custo da mão-de-obra para cada operação, utilizou-se a equação (9).

$$CMO_{\text{operação}} = \frac{(MOper + MTemp)HH_{\text{operação}}}{HH_{\text{Total}}} \quad (9)$$

em que:

$$CMO_{\text{operação}} = \text{Custo com mão-de-obra em cada operação unitária, R\$.ano}^{-1}.$$

Para a estimativa do consumo de energia elétrica para cada operação unitária, foi utilizada a equação (10).

$$Ce = Pi.h_{\text{operação}}.Tc \quad (10)$$

em que:

$$Ce = \text{Custo com consumo de energia elétrica, R\$.mês}^{-1};$$

$$Pi = \text{Potencia instalada, kW};$$

$$h_{\text{operação}} = \text{Número de horas de funcionamento dos componentes de cada operação unitária, horas.mês}^{-1}; \text{ e}$$

$$Tc = \text{Tarifa da energia elétrica, R\$.kWh}^{-1}.$$

O número de horas de funcionamento dos componentes que demandam energia elétrica da recepção pode ser informado pelo usuário ou calculado pela equação (11).

$$h_{\text{rec}} = \frac{IR.Cap}{12.Cpr} \quad (11)$$

em que:

$$h_{\text{rec}} = \text{Número de horas de funcionamento da operação de recepção, h.mês}^{-1};$$

$$IR = \text{Índice de rotatividade do armazém, adimensional};$$

$$Cap = \text{Capacidade estática do armazém, t}; \text{ e}$$

$$Cpr = \text{Capacidade de processamento da recepção, t.h}^{-1}.$$

Para determinação do coeficiente técnico, índice de rotatividade, utilizou-se a equação (12). No sistema desenvolvido, o índice de rotatividade foi considerado um parâmetro que deve ser definido pelo usuário de acordo com as características da unidade armazenadora.

$$IR = \frac{Q_{rec}}{Cap} \quad (12)$$

em que:

Q_{rec} = Quantidade anual de produto recebida, t; e

Cap = Capacidade estática de armazenagem, t.

O número de horas de funcionamento dos componentes que demandam energia elétrica do sistema de limpeza pode ser informado pelo usuário ou calculado pela equação (13).

$$h_{lim,p} = \frac{Tul}{12} \quad (13)$$

em que:

$h_{lim,p}$ = Número de horas de funcionamento do sistema de limpeza, h.mês⁻¹;

Tul = Tempo médio de utilização do sistema de limpeza, h.ano⁻¹; e

O tempo médio de utilização do sistema de limpeza é um dado técnico fornecido pelo usuário conforme histórico ou expectativa de utilização anual do sistema de limpeza, considerando a capacidade nominal de processamento.

O número de horas de funcionamento dos componentes que demandam energia elétrica do sistema de secagem pode ser informado pelo usuário ou calculado pela equação (14).

$$h_{\text{sec}} = \frac{Tus}{12} \quad (14)$$

em que:

h_{sec} = Número de horas de funcionamento do sistema de secagem, h.mês⁻¹;

Tus = Tempo médio de utilização do sistema de secagem, h.ano⁻¹; e

O tempo médio de utilização do sistema de secagem é um dado técnico fornecido pelo usuário conforme histórico ou expectativa de utilização anual do sistema de secagem, considerando a capacidade nominal de processamento.

O número de horas de funcionamento dos componentes que demandam energia elétrica da operação de armazenagem deve ser informado pelo usuário.

O número de horas de funcionamento dos componentes que demandam energia elétrica da expedição pode ser informado pelo usuário ou calculado pela equação (15).

$$h_{\text{exp}} = \frac{IR.Cap}{12.Cpe} \quad (15)$$

em que:

h_{exp} = Número de horas de funcionamento da operação de expedição, h.mês⁻¹;

Cpe = Capacidade de processamento da expedição, t.h⁻¹.

O custo com demanda de energia elétrica foi estimado, utilizando-se a equação (16).

$$Cd = Dc.Td \quad (16)$$

em que:

- Cd = Custo com demanda de energia elétrica, R\$.mês⁻¹;
 Dc = Demanda média utilizada ou contratada, kW. mês⁻¹; e
 Td = Tarifa de demanda de energia elétrica, R\$.kW⁻¹;

O custo total anual de energia elétrica foi estimado, utilizando-se a equação (17).

$$CEL = 12.(Ce + Cd).(1 + icms) \quad (17)$$

em que:

- CEL = Custo anual total com energia elétrica, R\$.ano⁻¹; e
 $icms$ = Taxa de imposto sobre circulação de mercadorias e serviços (icms) para energia elétrica, decimal.

Os custos com energia elétrica que não estão relacionados diretamente a uma determinada operação unitária foram descritos como custos gerais e rateados para as operações unitárias de processamento, proporcionalmente às potências instaladas.

O custo total de todas as operações unitárias, considerando os itens de custo apresentados anteriormente, foi determinado conforme equação (18).

$$CTA_{operação} = D + Crm + Cisa + CMO + CEL \quad (18)$$

em que:

- $CTA_{operação}$ = Custo anual de cada operação unitária, considerando os itens de custos comuns a todas as operações, R\$.ano⁻¹.

Para a obtenção do custo final por tonelada, considerando-se os impostos sobre o faturamento bruto, lucro líquido anual e impostos sobre lucro líquido, foi utilizado um coeficiente multiplicador, conforme equação (19).

$$Mk = \frac{1}{(1 - (LB + IF))} \quad (19)$$

em que:

- Mk* = Coeficiente multiplicador, decimal.
LB = Lucro bruto anual, decimal; e
IF = Imposto sobre faturamento bruto, decimal.

O lucro bruto pode ser calculado pela equação (20).

$$LB = \frac{LL}{1 - IL} \quad (20)$$

em que:

- LL* = Lucro líquido anual, decimal; e
IL = Imposto sobre lucro líquido, decimal.

4.2. Determinação do custo de recepção

Foram considerados como operação de recepção a amostragem, a classificação, a emissão de documentação, a pesagem, a descarga do produto na moega, a armazenagem temporária em silo pulmão e o transporte do produto até o silo pulmão.

Os custos de recepção foram calculados por tonelada de produto recebido pela unidade armazenadora, conforme a equação (21).

$$CTT_{rec} = \frac{CTA_{rec} \cdot Mk}{IR \cdot Cap} \quad (21)$$

em que:

CTT_{rec} = Custo de recepção, R\$.t⁻¹; e

CTA_{rec} = Custo total da recepção, R\$.ano⁻¹.

4.3. Determinação do custo de pré-limpeza e limpeza

Foram consideradas como operação do sistema global de limpeza, a pré-limpeza, a limpeza e as operações de transporte que compõem o sistema.

O custo para a operação de limpeza foi calculado em função do tipo, teores de umidade e impureza inicial do produto. Para isso foram utilizados coeficientes técnicos para estimativa da capacidade efetiva de processamento apresentados por Weber (2001) e Weber (2005). O custo foi calculado considerando-se quatro tipos de produtos: milho, soja, trigo e arroz. Foram considerados a variação do teor de umidade inicial entre 15% b.u. e 28% b.u. e o teor de impureza inicial entre 3% e 6%.

O custo do sistema de limpeza foi calculado por tonelada de produto processado, conforme equação (22):

$$CTT_{lim p} = \frac{CTA_{lim p} \cdot Mk}{Tul \cdot Cpl} \quad (22)$$

$CTT_{lim p}$ = Custo de limpeza, R\$.t⁻¹;

$CTA_{lim p}$ = Custo total do sistema de limpeza. R\$.ano⁻¹;

Cpl = Capacidade efetiva de processamento do sistema de limpeza, R\$.t⁻¹.

A capacidade efetiva de processamento do sistema de limpeza foi determinada, utilizando-se a equação (23), estimada em função do tipo, teor de umidade inicial e impureza inicial do produto.

$$Cpl = CNL \cdot fp_{lim p} \cdot fu_{lim p} \cdot fi_{lim p} \quad (23)$$

em que:

- CNL = Capacidade nominal do sistema de limpeza. R\$.ano⁻¹;
 $fp_{lim p}$ = Fator de correção para o tipo de produto, decimal;
 $fu_{lim p}$ = Fator de correção para o teor de umidade do produto, decimal; e
 $fi_{lim p}$ = Fator de correção para impureza do produto, decimal.

O coeficiente técnico, para correção da capacidade efetiva de limpeza em relação ao tipo de produto, foi 0,44 para arroz e para os demais produtos igual a 1,0, segundo dados apresentados por Weber (2001).

Para obtenção do coeficiente técnico de correção da capacidade efetiva do sistema de limpeza em função do teor de umidade do produto, foi utilizada a equação (24). Essa equação foi obtida por análise de regressão, cujo coeficiente de determinação foi de 0,9970, válida para o intervalo de umidade entre 13% bu. e 28% b.u. e foi obtida utilizando dados de Weber (2001).

$$fu_{lim p} = 1,0664.10^{-3}.Ui^2 - 8,1958.10^{-2}Ui + 2,1299 \quad (24)$$

em que:

- $fu_{lim p}$ = Fator de correção do teor de umidade do sistema de limpeza, adimensional; e
 Ui = Teor de umidade inicial do produto, % b.u.

Para obtenção do coeficiente técnico para correção da capacidade efetiva do sistema de limpeza, em função da impureza inicial do produto, foi utilizada a equação (25). Essa equação foi obtida por análise de regressão de dados definidos em balanço de massa no sistema de limpeza, considerando dados de Weber (2001). A equação obtida é válida para o intervalo de 3% a 6%, e o coeficiente de determinação foi de 0,9902.

$$fi_{lim p} = 16,2006.I^{-1,9711} \quad (25)$$

em que:

- $f_{i_{lim p}}$ = Fator de correção de impureza do sistema de limpeza, adimensional; e
 I = Impureza inicial do produto, %.

4.4. Determinação do custo de secagem

Foram considerados como componentes da operação de secagem, o sistema de aquecimento, o sistema de transporte e os equipamentos de secagem.

O custo para o sistema de secagem foi determinado em função do consumo específico de energia do secador, tipo e teor de umidade inicial e final do produto. O custo foi calculado considerando quatro tipos de produtos: milho, soja, trigo e arroz. Foram consideradas as variações de umidade inicial de 15% b.u. a 28% b.u. e de umidade final de 13% b.u. a 16% b.u..

A modelagem do sistema foi realizada de modo a estimar os custos para os seguintes combustíveis: lenha, gás GLP e gás natural.

Para estimativa da quantidade de água retirada em função da capacidade nominal de secagem, foi utilizada a equação (26).

$$q = CNS \cdot \frac{18 - U_f}{100 - U_i} \quad (26)$$

em que:

- q = Quantidade de água retirada, $t \cdot h^{-1}$;
 CNS = Capacidade nominal do sistema de secagem, $t \cdot h^{-1}$; e
 U_f = Teor de umidade final do produto depois da secagem, % b.u..

Para estimativa do custo do combustível para aquecimento do ar de secagem, foi utilizada a equação (27).

$$C_c = \frac{q \cdot CES \cdot V_c \cdot 1000}{P_{cal}} \quad (27)$$

em que:

C_c = Custo com combustível para secagem, R\$.h⁻¹;

CES = Coeficiente técnico consumo específico de energia do secador (kJ por kg de água), kJ.kg⁻¹;

V_c = Preço do combustível, R\$.kg⁻¹; e

P_{cal} = Poder calorífico do combustível, kJ.kg⁻¹.

O coeficiente técnico de consumo específico de energia (quantidade de energia necessária para evaporar um quilograma de água) nos secadores do tipo cascata, sem reaproveitamento de ar e com reaproveitamento simples e duplo do ar de secagem, foi obtido, utilizando dados apresentados por Weber (2005). Foram adotados os seguintes valores:

a) 4.220 kJ.kg⁻¹ - sem reaproveitamento do ar de secagem;

b) 3.810 kJ.kg⁻¹ - com reaproveitamento do ar do estágio de resfriamento; e

c) 3.440 kJ.kg⁻¹ - com reaproveitamento do ar do segundo estágio de secagem e do estágio de resfriamento.

O custo do sistema de secagem é calculado por tonelada de produto processado, conforme equação (28).

$$CTT_{sec} = \left(\frac{CTA_{sec}}{Tus.Cps} + \frac{C_c}{Cps} \right) . Mk \quad (28)$$

em que:

CTT_{sec} = Custo de secagem, R\$.t⁻¹;

CTA_{sec} = Custo total do sistema de secagem, R\$.ano⁻¹; e

Tus = Tempo médio de utilização do sistema de secagem, h.ano⁻¹; e

Cps = Capacidade efetiva de processamento, t.h⁻¹; e

A capacidade efetiva de processamento do sistema de secagem foi determinada, utilizando-se a equação (29).

$$Cps = CNS \cdot fp_{sec} \cdot fu_{sec} \quad (29)$$

fp_{sec} = Fator de correção para o tipo de produto, decimal;

fu_{sec} = Fator de correção do teor de umidade inicial e final de secagem do produto, decimal.

O coeficiente técnico, fator de correção para o tipo de produto, para correção da capacidade do sistema de secagem, foi utilizado segundo recomendações de Weber (2001). Assim, para soja e trigo utilizou-se 1,0; para milho 0,75; e para arroz 0,35.

O coeficiente técnico, fator de correção para o teor de umidade do produto, foi estimado a partir da equação (30), conforme metodologia apresentada por Queiroz (2003). A equação foi obtida por análise de regressão, utilizando-se dados de Weber (2001). Na Tabela 2 são apresentados os coeficientes obtidos por análise de regressão.

$$fu_{sec} = \alpha 1 \cdot \left(\frac{Ui}{100} \right)^3 + \alpha 2 \cdot \left(\frac{Ui}{100} \right)^2 + \alpha 3 \cdot \frac{Ui}{100} + \alpha 4 \quad (30)$$

em que:

fu_{sec} = Fator de correção do teor de umidade para o sistema de secagem, adimensional;

$\alpha 1, \alpha 2, \alpha 3, \alpha 4$ = Coeficientes determinados por análise de regressão; e

Ui = Teor de umidade inicial do produto, % b.u.

Tabela 2 – Coeficientes da equação (30) obtidos por análise de regressão.

Teor de umidade		Coeficientes determinados para a regressão				R ²
Inicial	Final	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\alpha 3$	$\alpha 4$	
15% b.u. a 21% b.u.	13% b.u.	-8055,55	4721,43	-932,08	62,76	0,9982
21% b.u. a 28% b.u.	13% b.u.	-227,27	199,78	-60,98	6,75	0,9995
17% b.u. a 28% b.u.	14% b.u.	-1042,48	809,39	-212,92	19,42	0,9985
18% b.u. a 28% b.u.	15% b.u.	-1272,34	999,01	-265,50	24,35	0,9974
19% b.u. a 28% b.u.	16% b.u.	-1722,99	1352,97	-359,15	32,73	0,9990

4.5. Determinação do custo de armazenagem

Foram considerados como operação de armazenagem, a ocupação do espaço de armazenagem, o transporte do produto desde o sistema de secagem até a célula de armazenagem e a manutenção da qualidade do produto por meio de aeração, expurgo e pulverização. Os custos na operação de armazenagem foram calculados por tonelada de produto armazenado para um período de 15 dias.

O custo do produto químico usado na operação de expurgo em armazém granel foi estimado pela equação (31).

$$C_x = \frac{N_{xa}.D_{xq}.C_{xq}}{24.\rho} \quad (31)$$

em que:

- C_x = Custo com expurgo, R\$.t⁻¹.quinzena⁻¹;
- N_{xa} = Número de expurgos por ano, adimensional;
- D_{xq} = Dosagem do produto químico para expurgo, g.m⁻³;
- C_{xq} = Custo do produto químico para expurgo, R\$.kg⁻¹; e
- ρ = Massa específica do produto, kg.m⁻³.

O custo do produto químico usado na operação de pulverização em armazém granel foi estimado, utilizando-se a equação (32).

$$C_{pg} = \frac{N_{pg}.D_{pqq}.C_{pq}.IR}{IO.1000} \quad (32)$$

em que:

- C_{pg} = Custo com pulverização para produto granel, R\$.t⁻¹.quinzena⁻¹;
- N_{pg} = Número de vezes que o mesmo produto é pulverizado durante o ano, adimensional.ano⁻¹;
- D_{pqq} = Dosagem do produto químico para pulverização granel, mL.t⁻¹;

Cpq = Custo do produto químico para pulverização, R\$.L⁻¹; e
 IO = Índice de ocupação do armazém, decimal.

O valor do índice de ocupação pode ser determinado pela equação (33). No sistema desenvolvido, o índice de ocupação foi considerado um parâmetro de entrada no sistema.

$$IO = \frac{\overline{Arm}}{Cap} \quad (33)$$

em que:

\overline{Arm} = Média mensal de produto em estoque, t.

O custo quinzenal por tonelada de produto armazenado foi estimado, utilizando-se a equação (34).

$$CTT_{Arm} = \left[\frac{CTA_{arm}}{24 \cdot Cap \cdot IO \cdot fm} + (Cx + Cpg) \right] \cdot Mk \quad (34)$$

em que:

CTT_{Arm} = Custo quinzenal de armazenagem, R\$.t⁻¹; e

CTA_{arm} = Custo total da armazenagem, R\$.ano⁻¹;

fm = Fator de correção da massa específica, adimensional.

O coeficiente técnico, fator de correção da massa específica, foi estimado a partir da equação (35).

$$fm = \frac{\rho}{\rho r} \quad (35)$$

em que:

$$\rho_r = \text{Massa específica de referência, kg.m}^{-3}.$$

Para o sistema desenvolvido, foi considerada a massa específica de referência como sendo de 750 kg.m⁻³.

4.6. Determinação do custo de expedição

Foram considerados como operações de expedição, a amostragem, a classificação, a emissão de documentação, a pesagem, o carregamento do produto e o transporte do produto da célula de armazenagem até o ponto de carregamento. Os custos na operação de expedição foram calculados por tonelada de produto expedido pela unidade armazenadora, conforme a equação (36).

$$CTT_{\text{exp}} = \frac{CTA_{\text{exp}} \cdot Mk}{IR \cdot Cap} \quad (36)$$

em que:

$$CTT_{\text{exp}} = \text{Custo de expedição, R$.t}^{-1}; \text{ e}$$

$$CTA_{\text{exp}} = \text{Custo total da expedição, R$.ano}^{-1}.$$

4.7. Representação do algoritmo desenvolvido

Na Figura 4 encontra-se o fluxograma simplificado do algoritmo desenvolvido. Inicialmente são realizados os cálculos de todos os itens de custos comuns a todas as operações unitárias, facilitando a reutilização de código dentro de uma estrutura de repetição. Em seguida, para cada operação unitária, é calculado o custo por tonelada de produto, considerando detalhes específicos.

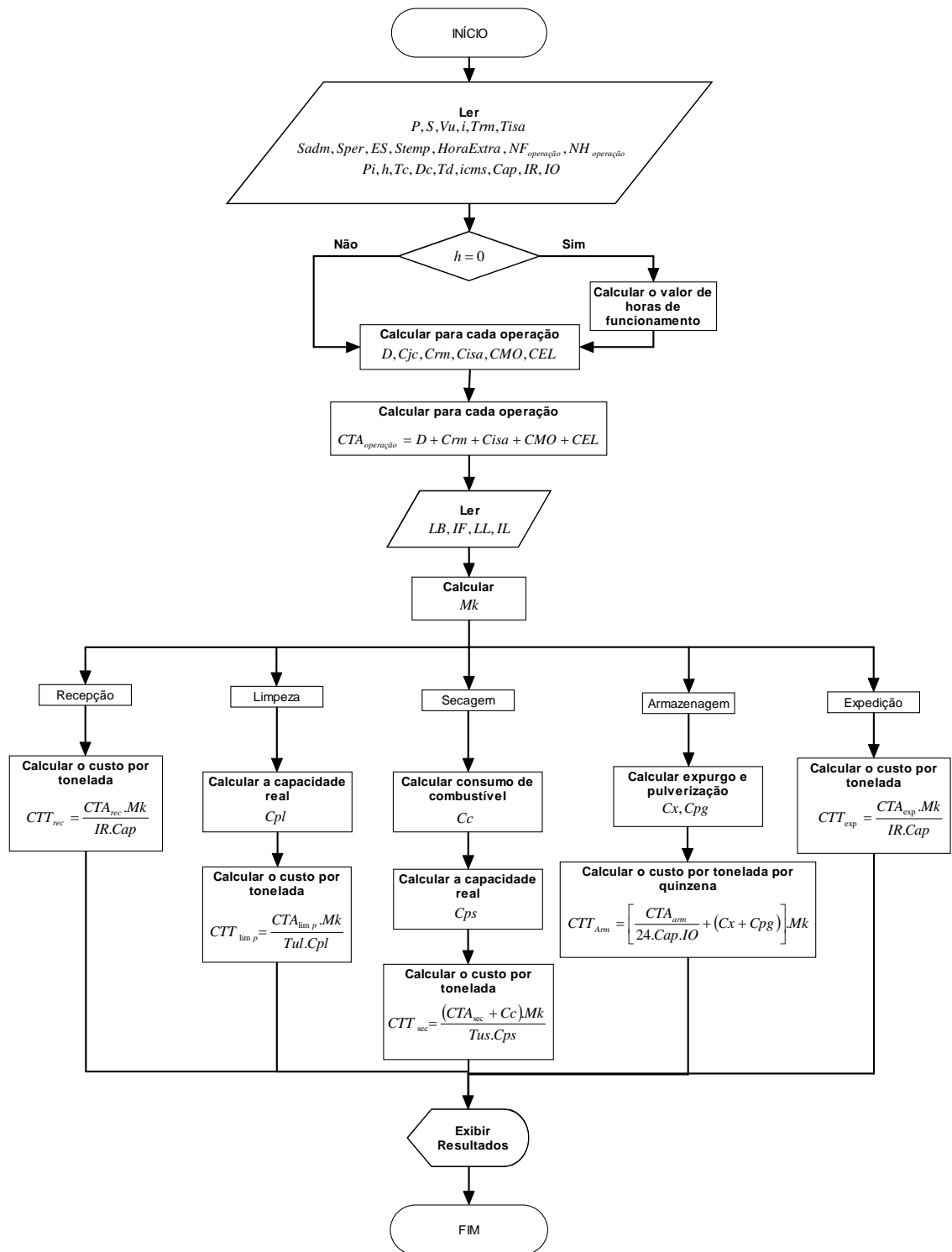


Figura 4 – Fluxograma simplificado do algoritmo desenvolvido para cálculo de custos e tarifas em unidades armazenadoras.

4.8. Implementação do sistema computacional para estimativa de custos

O sistema é composto de um banco de dados e uma estrutura de *menus* que foram organizados da seguinte forma:

- Infra-estrutura – Os dados de infra-estrutura foram organizados para cada operação unitária. Cada item de infra-estrutura tem um campo para o valor de aquisição dos equipamentos e estrutura, vida útil, taxa de reparo e manutenção, taxa de seguros, impostos e alojamento e valor de sucata;
- Mão-de-obra – Os dados de mão-de-obra foram organizados em permanente, temporária, hora-extra e administração central. Para o rateio da mão-de-obra para cada operação unitária, o sistema foi desenvolvido de forma que o usuário entre com o número de homens e o número de horas de funcionamento anual de cada operação unitária. A utilização desse critério foi importante, pois em unidades armazenadoras os funcionários trabalham em diferentes operações em um mesmo dia de trabalho. Portanto, com a utilização desse critério, a operação que exigir maior número de horas-homem terá também o maior custo com mão-de-obra.
- Energia – Os dados de energia foram organizados por operação unitária. São especificados os dados necessários para o cálculo da quantidade de energia utilizada nas operações unitárias. Para isso são cadastrados os valores em reais dos diferentes combustíveis, tais como, lenha, gás GLP e gás natural para consumo no sistema de secagem. Também são informados dados relativos a valores da energia elétrica e tempo de funcionamento de cada equipamento que demanda potência.
- Dados Técnicos – Na seção dados técnicos, foram incluídas informações técnicas relativas às operações unitárias para estimativa dos custos relacionados às diferentes características das operações de recepção, limpeza, secagem, armazenagem e expedição.

Na Figura 5 é apresentado o diagrama representando os *menus* de acesso aos dados de entrada do sistema. Na Figura 6 é apresentado o diagrama dos dados de entrada necessários para determinação dos custos e tarifas em unidades armazenadoras.

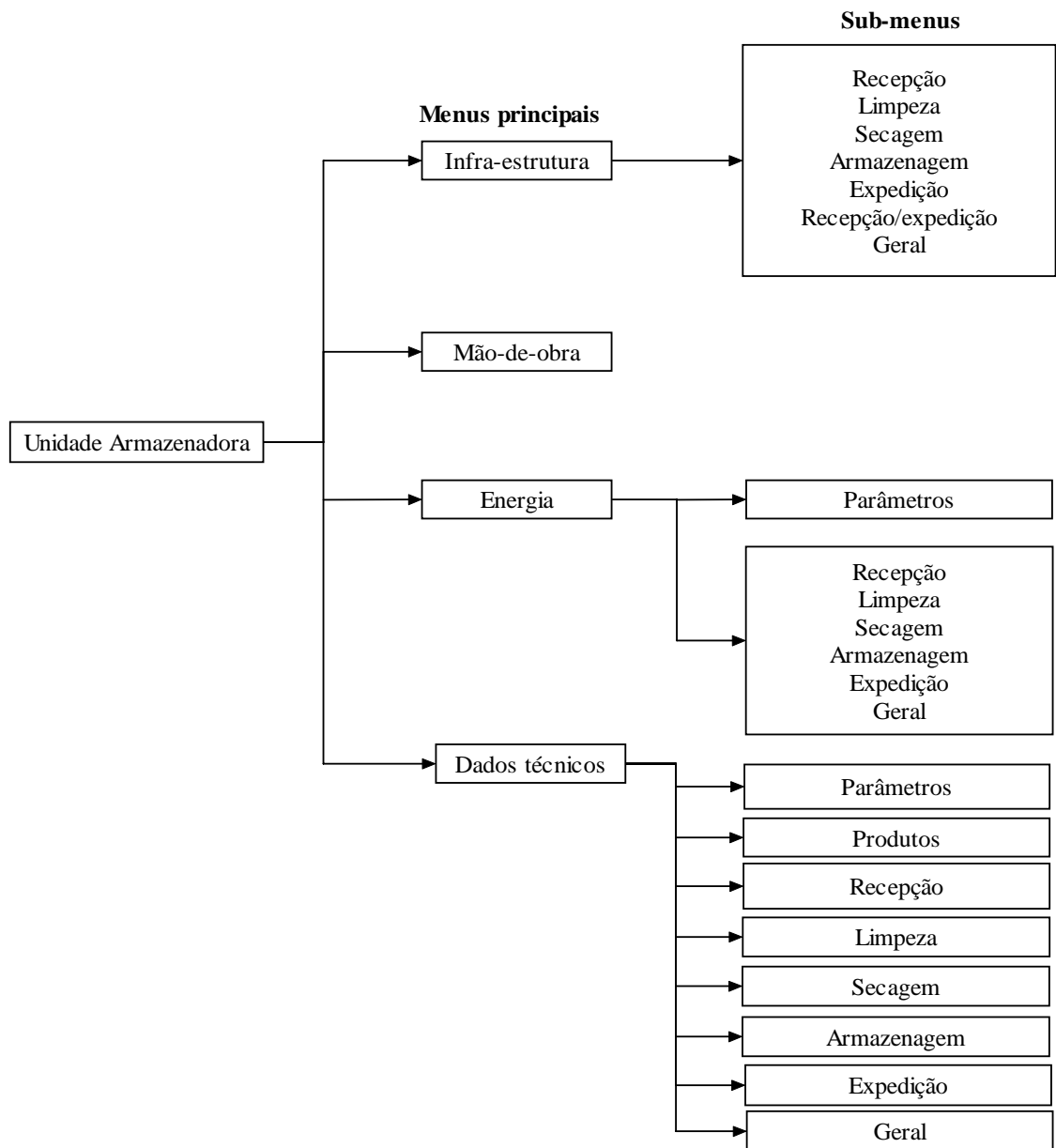


Figura 5 – Diagrama que representa os *menus* de acesso aos dados de entrada do sistema desenvolvido.

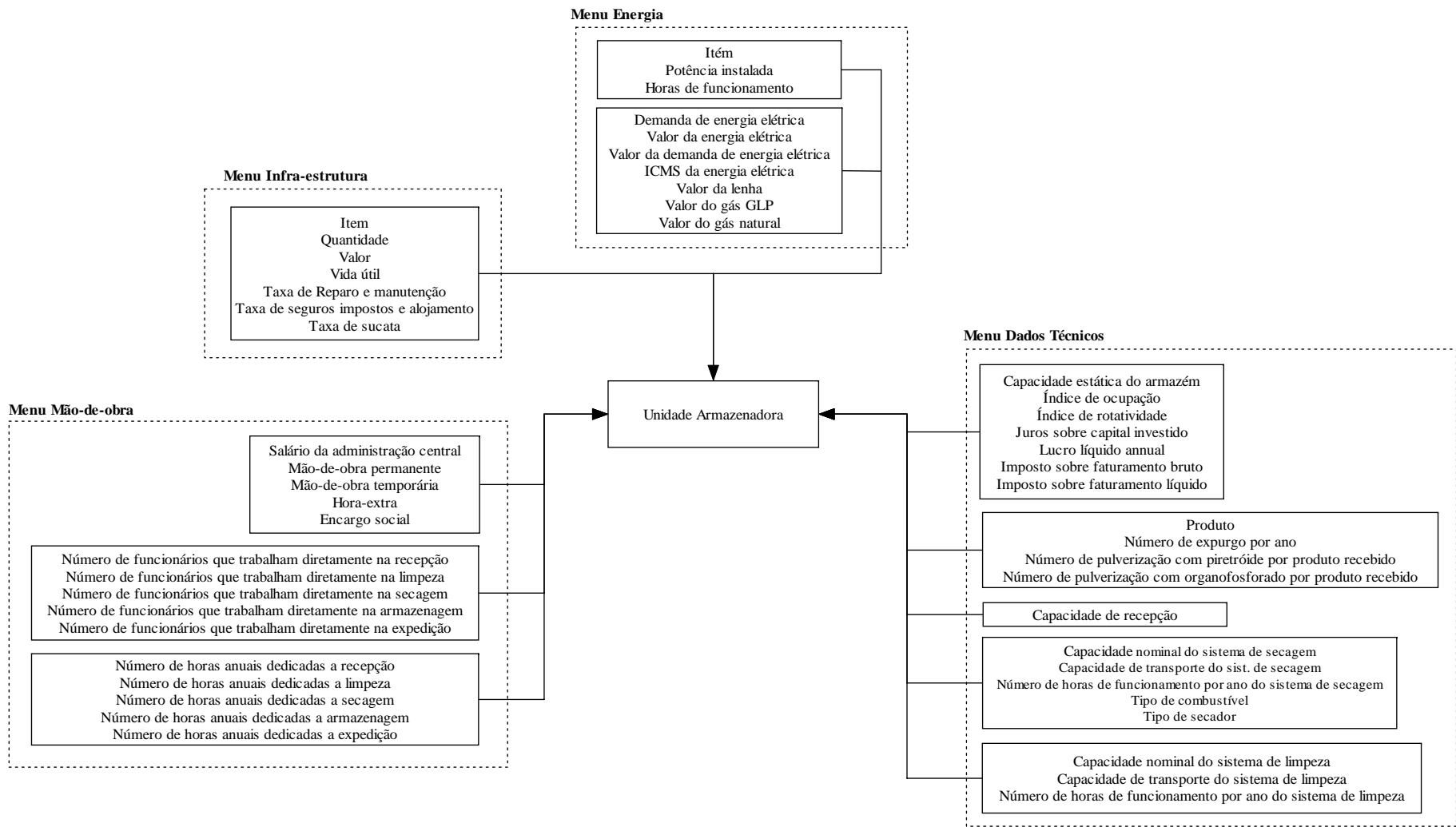


Figura 6 – Diagrama dos dados de entrada necessários para o cálculo de custos e tarifas em unidade armazenadoras.

4.9. Verificação do modelo implementado

Para a verificação do sistema, foram cadastrados dados coletados junto às unidades armazenadoras da CONAB localizadas em Uberaba-MG e Ponta Grossa-PR.

A estrutura geral das unidades armazenadoras de Uberaba-MG e Ponta Grossa-PR é apresentada nas Figuras 7 e 8, respectivamente. Nessas figuras, é possível verificar que Uberaba apresenta uma estrutura de silos verticais de concreto pré-moldado denominado “silo búfalo”, enquanto Ponta Grossa apresenta uma estrutura de silos horizontais.

Os valores de coeficientes econômicos para os equipamentos, construção civil, insumos e energia foram obtidos junto às empresas do mercado nacional.

Os dados de cadastramento para as unidades armazenadoras de Uberaba-MG e Ponta Grossa-PR são apresentados nas Tabelas 3 a 8 e Tabelas 9 a 14, respectivamente.



Figura 7 – Vista da estrutura geral da unidade armazenadora da CONAB localizada em Uberaba – MG.



Figura 8 – Vista da estrutura geral da unidade armazenadora da CONAB localizada em Ponta Grossa-PR.

Tabela 3 – Custo da infra-estrutura da unidade armazenadora de Uberaba-MG

Operação Unitária	Valor de aquisição (R\$)	Porcentagem do valor de aquisição (%)
Recepção	655.082,00	14,63
Sistema de limpeza	908.390,00	20,29
Sistema de secagem	281.590,00	6,29
Armazenagem	1.753.148,00	39,15
Expedição	879.860,00	19,65
Total	4.478.070,00	100,00

Tabela 4 – Dados de custos da mão-de-obra da unidade armazenadora de Uberaba-MG

Valores referente a mão-de-obra	Valor (R\$.mês⁻¹)
Administração central	-
Mão-de-obra permanente	25.658,00
Mão-de-obra temporária	-
Hora-extra	180,00

Tabela 5 – Dados operacionais da mão-de-obra da unidade armazenadora de Uberaba-MG

Operação unitária	Número de Funcionários	Tempo de funcionamento (h.ano⁻¹)
Recepção	3	810
Sistema de limpeza	2	270
Sistema de secagem	2	1520
Armazenagem	2	2.112
Expedição	3	100
Total	12	4.812

Tabela 6 – Parâmetros relativos à energia para a unidade armazenadora de Uberaba-MG

Parâmetro da energia	Valor
Demanda de energia elétrica (kW)	210,00
Valor da energia elétrica (R\$.kWh ⁻¹)	0,15
Valor da demanda de energia elétrica (R\$.kW ⁻¹)	13,00
ICMS de energia elétrica (%)	18,00
Valor da lenha (R\$.m ⁻³)	40,00
Valor do gás GLP (R\$.kg ⁻¹)	2,50
Valor do gás natural (R\$.m ⁻³)	1,42

Tabela 7 – Potência instalada em cada operação unitária da unidade armazenadora de Uberaba-MG

Operação unitária	Potência instalada (kW)
Recepção	112,71
Sistema de limpeza	100,64
Sistema de secagem	50,34
Armazenagem	216,01
Expedição	2,15
Total	481,85

Tabela 8 – Dados técnicos utilizados para a unidade armazenadora de Uberaba-MG

Item	Dados técnicos
Capacidade estática do armazém (t)	25.000
Índice de rotatividade (adimensional)	1,00
Índice de ocupação (adimensional)	0,80
Capacidade de recebimento (t.h ⁻¹)	100
Capacidade nominal do sistema de secagem (t.h ⁻¹)	25
Capacidade nominal do sistema de limpeza (t.h ⁻¹)	90
Capacidade da expedição (t.h ⁻¹)	100
Tempo de funcionamento do sistema de secagem (h)	1.520
Tempo de funcionamento do sistema de limpeza (h)	270
Combustível para secagem	Lenha
Tipo de Secador	Sem reaproveitamento de ar

Tabela 9 – Custo da infra-estrutura da unidade armazenadora de Ponta Grossa-PR

Operação Unitária	Valor de aquisição (R\$)	Porcentagem do valor de aquisição (%)
Recepção	3.677.405,00	9,28
Sistema de limpeza	1.765.280,00	4,45
Sistema de secagem	881.480,00	2,22
Armazenagem	28.293.623,00	71,40
Expedição	5.010.065,00	12,64
Total	39.627.853,00	100,00

Tabela 10 – Dados de custos da mão-de-obra da unidade armazenadora de Ponta Grossa-PR

Valores referente a mão-de-obra	Valor (R\$.mês⁻¹)
Administração central	-
Mão-de-obra permanente	35.272,00
Mão-de-obra temporária	-
Hora-extra	293,00

Tabela 11 – Dados operacionais da mão-de-obra da unidade armazenadora de Ponta Grossa-PR

Operação unitária	Número de Funcionários	Tempo de funcionamento (h.ano⁻¹)
Recepção	22	1.800
Sistema de limpeza	3	2.880
Sistema de secagem	3	2.880
Armazenagem	3	2.112
Expedição	7	1.056
Total	38	10.728

Tabela 12 – Parâmetros da energia para a unidade armazenadora de Ponta Grossa-PR

Parâmetro da energia	Valor
Demanda de energia elétrica (kW)	575,00
Valor da energia elétrica (R\$.kWh ⁻¹)	0,08
Valor da demanda de energia elétrica (R\$.kW ⁻¹)	6,10
ICMS de energia elétrica (%)	26,00
Valor da lenha (R\$.m ⁻³)	40,00
Valor do gás GLP (R\$.kg ⁻¹)	2,50
Valor do gás natural (R\$.m ⁻³)	1,42

Tabela 13 – Potência instalada em cada operação unitária para a unidade armazenadora de Ponta Grossa-PR

Operação unitária	Potência instalada (kW)
Recepção	49,24
Sistema de limpeza	55,74
Sistema de secagem	81,70
Armazenagem	2.417,66
Expedição	312,32
Total	2.916,66

Tabela 14 – Dados técnicos utilizados para unidade armazenadora de Ponta Grossa-PR

Item	Dados técnicos
Capacidade estática do armazém (t)	420.000
Índice de rotatividade (adimensional)	1,00
Índice de ocupação (adimensional)	0,80
Capacidade de recebimento (t.h ⁻¹)	520
Capacidade nominal do sistema de secagem (t.h ⁻¹)	100
Capacidade nominal do sistema de limpeza (t.h ⁻¹)	90
Capacidade da expedição (t.h ⁻¹)	520
Tempo de funcionamento do sistema de secagem (h)	2.880
Tempo de funcionamento do sistema de limpeza (h)	2.880
Combustível para secagem	Gás natural
Tipo de Secador	Com reaproveitamento de ar

4.10. Análise de sensibilidade do modelo implementado

Foi realizada a análise de sensibilidade mediante a alteração dos seguintes valores:

- Índice de rotatividade - O índice de rotatividade variou de 0,20 em 0,20, na faixa de 0,60 a 3,0. Para a análise foram considerados os custos de recepção e expedição de milho para as unidades armazenadoras de Uberaba e Ponta Grossa.
- Índice de ocupação – O índice de ocupação variou de 0,10 em 0,10, na faixa de 0,1 a 1,0. Para análise foram considerados os custos de armazenagem para as unidades armazenadoras de Uberaba e Ponta Grossa.
- Teores de umidade inicial e final do produto – O teor de umidade inicial variou de 1,0 em 1,0%, na faixa de 13% b.u. a 28% b.u., e o teor de umidade final variou de 1,0 em 1,0%, na faixa de 13% b.u. a 16% b.u., considerando o custo de secagem das unidades armazenadoras de Uberaba e Ponta Grossa.
- Tempo anual de utilização do sistema de secagem – O tempo anual de utilização do sistema de secagem variou de 100 em 100 horas, na faixa de 300 a 1.700 horas.

Para a análise foi considerado o custo de secagem para as unidades armazenadoras de Uberaba e Ponta Grossa.

- Tipo de combustível e teor de umidade inicial do produto – Os tipos de combustíveis foram lenha, gás natural e gás GLP, e o teor de umidade inicial do produto variou de 1,0 em 1,0%, entre 13% b.u. e 28% b.u.. Para a análise foi considerado o custo de secagem para as unidades armazenadoras de Uberaba e Ponta Grossa.
- Impureza e teor de umidade inicial do produto - O teor inicial de impureza do produto variou de 1,0 em 1,0%, entre 3% a 6%, e o teor de umidade inicial do produto variou de 1,0 em 1,0%, entre 13% b.u. e 28% b.u.. Para a análise foi considerado o custo de limpeza para as unidades armazenadoras de Uberaba e Ponta Grossa.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Desenvolvimento do modelo

A Figura 9 mostra a tela principal do sistema computacional desenvolvido. Nesta tela são apresentados os *menus* de acesso aos dados de entrada do sistema para infra-estrutura, mão-de-obra, energia e dados técnicos da unidade armazenadora. No Apêndice A, são encontradas todas as telas desenvolvidas para a entrada e saída de dados do sistema computacional. No Apêndice B, é encontrado o código fonte para o cálculo do custo.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Destques do governo ▾

Conab Outros sistemas: Outro sistema ▾ [Contato](#) [Mapa do sistema](#)

Sistema WEB Para Determinação de Tarifas de Armazenagem

← Admin. Unidade: **Ponta Grossa**

Infra-Estrutura | Mão-de-Obra | Energia | Dados Técnicos | Custos

Infra-Estrutura

- | Recepção
- | Secagem
- | Limpeza
- | Armazenagem
- | Expedição
- | Recepção/Expedição
- | Geral

Infra-Estrutura - Recepção

Valor total de Infra-Estrutura: R\$ 39.627.853,00
 Valor total do setor: R\$ 1.020.000,00
 Percentual do setor em relação ao total: 2,57 %

[REMOVER](#) [SALVAR](#) [INSERIR](#) ← VOLTAR

<input type="checkbox"/>	Item	Quantidade	Valor (R\$/unid)	Vida útil (anos)	Reparo, manutenção / ano (%)	Seguro, impostos, alojamento / ano (%)	Sucata (%)
<input type="checkbox"/>	Moegas ferroviária (estrutura, cobertura, etc)	1	170000	50	1	2	10
<input type="checkbox"/>	Moegas rodoviária (estrutura, cobertura, etc) - 90 toneladas de capacidade	5	170000	50	1	2	10

Figura 9 – Tela principal do sistema computacional desenvolvido, na qual pode-se verificar os *menus* de infra-estrutura, mão-de-obra, energia, dados técnicos e custos.

5.2 Custos para as unidades armazenadoras de Uberaba-MG e Ponta Grossa-PR

Os custos calculados para recepção, limpeza, secagem, armazenagem e expedição são apresentados nas Tabelas 15 e 17 e nas Tabelas 16 e 19, para as unidades armazenadoras de Uberaba e Ponta Grossa, respectivamente. Os custos de secagem apresentados foram determinados para arroz, milho, soja e trigo com teor de umidade inicial de 18% b.u e teor de umidade final de 13% b.u. Os custos de limpeza foram determinados para milho com teor de umidade de 18% b.u e teor de impureza inicial de 3%.

Pode-se observar nas Tabelas 15 e 16 que os custos de recepção e expedição não apresentaram diferenças em relação ao tipo de produto, devido à independência dessa variável na metodologia de custo desenvolvida. Entretanto, pode-se verificar que, para as demais operações, houve variação do custo entre os diferentes produtos.

O maior custo de secagem foi para arroz e o menor foi para soja e trigo. Ao serem comparados os custos de secagem para arroz e soja para as unidades armazenadoras de Uberaba e Ponta Grossa, o custo da secagem de arroz foi maior que a da secagem de soja, sendo as diferenças dos custos de 172,48% e 133,88%, respectivamente, para a unidade de Uberaba e Ponta Grossa. Para o custo de limpeza, o maior custo foi para arroz e o menor foi para os demais produtos. Quando se comparam o arroz e soja, as diferenças do custo são de 22,18% e 76,47%, para as unidades de Uberaba e Ponta Grossa, respectivamente. Essas diferenças observadas devem-se à baixa capacidade horária de secagem e limpeza para o arroz em relação aos demais produtos, principalmente em relação à soja, contribuindo, assim, para elevação do custo por tonelada de produto processado.

O custo de armazenagem para as unidades armazenadoras de Uberaba e Ponta Grossa foi maior para arroz e menor para soja, em ambas as unidades. Quando se comparam arroz e soja, verifica-se que apresentam diferenças de 41,86% e 45,45% para as unidades de Uberaba e Ponta Grossa, respectivamente. Essas diferenças percentuais em relação ao tipo de produto foram causadas pelas estimativas de custos com pulverização e expurgo e pelas diferenças nas massas específicas dos produtos. No caso específico da soja, não foram consideradas a realização de expurgo e a pulverização durante a armazenagem, resultando, assim, em menor custo. A unidade de Ponta Grossa apresentou maior diferença percentual em relação à unidade de Uberaba. Isso ocorreu

devido ao maior impacto do custo de expurgo e pulverização no custo final de armazenagem para a unidade de Ponta Grossa. Quando se relacionam os demais produtos para os quais se considerou a realização de expurgo e de pulverização, os maiores custos são para os produtos com menores massas específicas, devido ao maior espaço físico ocupado e à dosagem de produto químico por unidade de massa de produto. Assim, pode-se verificar que o tipo de produto é um fator importante para formação final das tarifas de secagem, limpeza e armazenagem.

Quando se comparam as diferenças percentuais dos custos da unidade de Uberaba em relação à unidade de Ponta Grossa, considerando-se milho como referência, tem-se para recepção 374,56%, limpeza 629,41%, secagem 14,63%, armazenagem 123,44% e expedição 246,15%. Pela análise dos números, pode-se observar que todos os custos de pré-processamento e armazenagem da unidade armazenadora de Uberaba foram maiores que os custos da unidade de Ponta Grossa, com exceção da secagem. Essas diferenças foram devidas ao alto custo fixo e à baixa eficiência operacional da unidade de Uberaba em relação à unidade de Ponta Grossa, conforme pode ser constatado nas Tabelas 17, 18, 19 e 20. Para o custo de armazenagem, a diferença foi devida, principalmente, ao custo relacionado à infra-estrutura e à mão-de-obra em relação à capacidade estática de armazenagem. A diferença no custo de limpeza foi devida aos altos custos fixos em relação ao tempo anual de utilização do sistema de limpeza, elevando-se, assim, o custo fixo horário da unidade de Uberaba. O custo de secagem para a unidade de Uberaba foi um pouco menor, de 11,23% em relação à unidade de Ponta Grossa, mesmo a unidade de Ponta Grossa utilizando gás natural como combustível, correspondendo a 36,59% do custo total de secagem, conforme se pode verificar na Tabela 20.

Tabela 15 – Custos das operações unitárias da unidade armazenadora de Uberaba-MG

Operação unitária	Produto			
	Arroz	Milho	Soja	Trigo
Recepção (R\$.t ⁻¹)	10,82	10,82	10,82	10,82
Secagem (R\$.t ⁻¹)	25,75	12,60	9,45	9,45
Limpeza (R\$.t ⁻¹)	9,09	7,44	7,44	7,44
Armazenagem (R\$.t ⁻¹ .quinzena ⁻¹)	1,83	1,43	1,29	1,35
Expedição (R\$.t ⁻¹)	6,75	6,75	6,75	6,75

Tabela 16 – Custos das operações unitárias da unidade armazenadora de Ponta Grossa-PR

Operação unitária	Custo por produto			
	Arroz	Milho	Soja	Trigo
Recepção (R\$.t ⁻¹)	2,28	2,28	2,28	2,31
Secagem (R\$.t ⁻¹)	25,89	14,76	11,07	11,07
Limpeza (R\$.t ⁻¹)	1,80	1,02	1,02	1,02
Armazenagem (R\$.t ⁻¹ .quinzena ⁻¹)	0,80	0,64	0,55	0,61
Expedição (R\$.t ⁻¹)	1,95	1,95	1,95	1,98

Tabela 17 – Estimativa de custos da unidade armazenadora de Uberaba-MG, em reais por ano.

Item	Recepção	Limpeza	Secagem	Armazenagem	Expedição	Total
Depreciação	17.313,21	23.583,30	8.683,02	38.140,44	26.178,15	113.898,12
Juros sobre capital investido	32.426,56	44.965,31	13.938,71	86.780,83	43.553,07	221.664,47
Seguro, impostos, alojamento	13.311,64	18.377,80	5.841,80	35.272,96	17.807,20	90.611,40
Mão-de-obra fixa	120.744,10	26.832,02	151.054,35	209.886,04	14.906,68	523.423,20
Sub-total	183.795,51	113.758,43	179.517,88	370.080,27	102.445,10	949.597,19
Energia elétrica	13.421,47	9.478,76	26.692,84	47.383,03	298,88	97.274,99
Mão-de-obra temporária	847,06	188,24	1.059,70	1.472,00	104,58	3.671,58
Reparos e manutenção	17.578,86	15.697,70	8.399,90	24.364,44	26.034,20	92.075,10
Lenha	-	-	55.626,00	-	-	-
Sub-total	31.847,39	25.364,70	36.152,44	73.219,47	26.437,66	193.021,67
Total	215.642,90	139.123,13	215.670,32	443.299,74	128.882,76	1.142.618,86

Tabela 18 – Estimativa de custos da unidade armazenadora de Uberaba-MG, em percentual.

Item	Recepção	Limpeza	Secagem	Armazenagem	Expedição	Total
Depreciação	1,52	2,06	0,76	3,34	2,29	9,97
Juros sobre capital investido	2,84	3,94	1,22	7,59	3,81	19,40
Seguro, impostos, alojamento	1,17	1,61	0,51	3,09	1,56	7,93
Mão-de-obra fixa	10,57	2,35	13,22	18,37	1,30	45,81
Sub-total	16,09	9,96	15,71	32,39	8,97	83,11
Energia elétrica	1,17	0,83	2,34	4,15	0,03	8,51
Mão-de-obra temporária	0,07	0,02	0,09	0,13	0,01	0,32
Reparos e manutenção	1,54	1,37	0,74	2,13	2,28	8,06
Lenha	-	-	4,87	-	-	-
Sub-total	2,79	2,22	3,16	6,41	2,31	16,89
Total	18,87	12,18	18,88	38,80	11,28	100,00

Tabela 19 – Estimativa de custos da unidade armazenadora de Ponta Grossa-PR, em reais por ano.

Item	Recepção	Limpeza	Secagem	Armazenagem	Expedição	Total
Depreciação	80.878,85	45.529,44	30.176,40	601.800,69	133.098,65	891.484,03
Juros sobre capital investido	181.999,51	87.381,36	43.633,26	1.400.534,34	247.966,18	1.961.514,64
Seguro, impostos, alojamento	73.548,10	35.305,60	17.629,60	507.807,54	98.164,80	732.455,64
Mão-de-obra fixa	403.553,88	88.048,12	88.048,12	64.568,62	75.330,06	719.548,80
Sub-total	739.980,34	256.264,52	179.487,38	2.574.711,19	554.559,69	4.305.003,11
Energia elétrica	5.785,42	20.148,49	29.528,76	324.099,64	35.144,68	414.707,00
Mão-de-obra temporária	3.352,27	731,40	731,40	536,36	625,76	5.977,20
Reparos e manutenção	51.914,05	33.948,80	26.036,40	356.182,57	92.793,85	560.875,67
Gás natural	-	-	1.934.299,26	-	-	-
Sub-total	61.051,74	54.828,69	56.296,56	680.818,57	128.564,29	981.559,87
Total	801.032,08	311.093,21	235.783,94	3.255.529,76	683.123,98	5.286.562,98

Tabela 20 – Estimativa de custos da unidade armazenadora de Ponta Grossa-PR, em percentual.

Item	Recepção	Limpeza	Secagem	Armazenagem	Expedição	Total
Depreciação	1,53	0,86	0,57	11,38	2,52	16,86
Juros sobre capital investido	3,44	1,65	0,83	26,49	4,69	37,10
Seguro, impostos, alojamento	1,39	0,67	0,33	9,61	1,86	13,86
Mão-de-obra fixa	7,63	1,67	1,67	1,22	1,42	13,61
Sub-total	14,00	4,85	3,40	48,70	10,49	81,43
Energia elétrica	0,11	0,38	0,56	6,13	0,66	7,84
Mão-de-obra temporária	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,11
Reparos e manutenção	0,98	0,64	0,49	6,74	1,76	10,61
Gás natural	-	-	36,59	-	-	-
Sub-total	1,15	1,04	1,06	12,88	2,43	18,57
Total	15,15	5,88	4,46	61,58	12,92	100,00

5.3 Análise de sensibilidade mediante a alteração do índice de rotatividade.

Foi realizada uma análise de sensibilidade alterando o índice de rotatividade de 0,6 a 3,0. Os resultados dessa análise para as operações de recepção e expedição de milho são apresentados nas Figuras 10 e 11, para as unidades armazenadoras de Uberaba e Ponta Grossa, respectivamente.

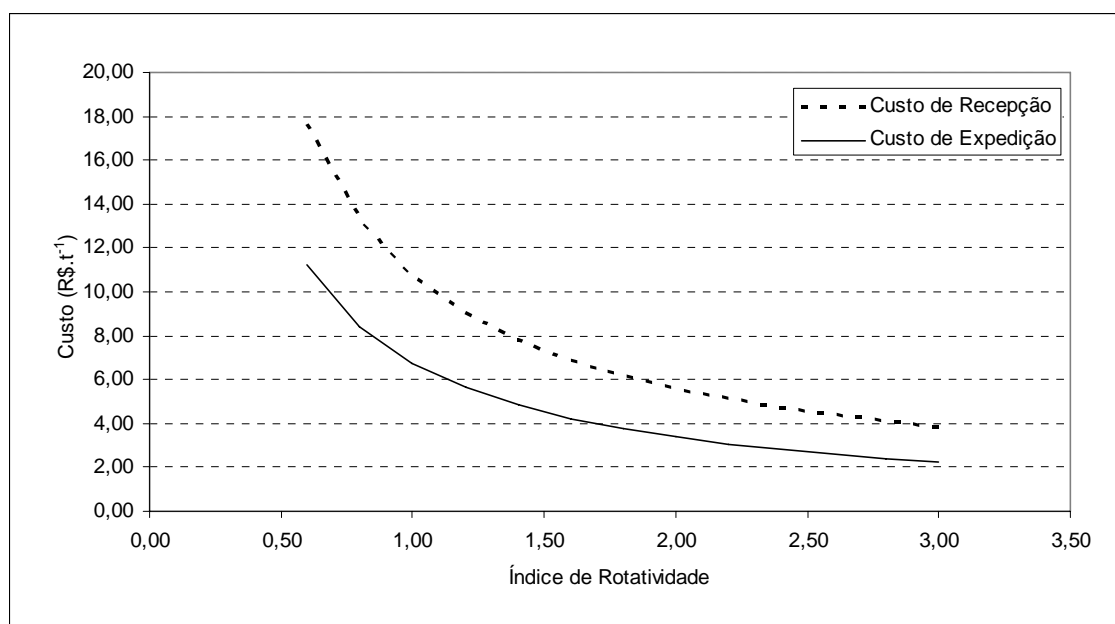


Figura 10 – Custo de recepção e expedição em função do índice de rotatividade da unidade armazenadora de Uberaba.

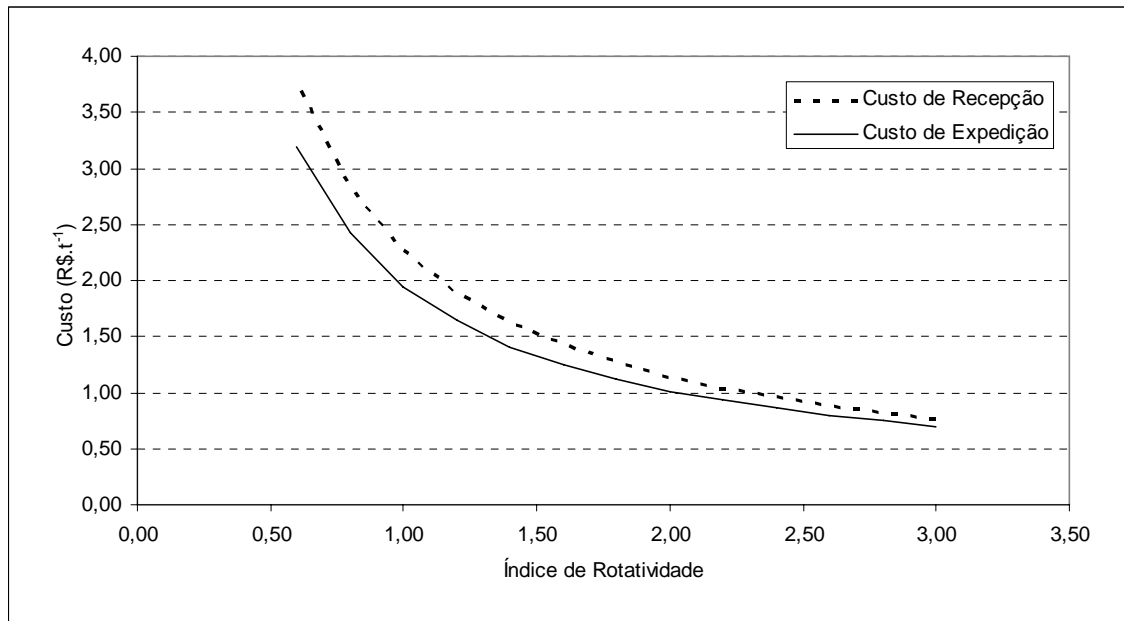


Figura 11 – Custo de recepção e expedição em função do índice de rotatividade da unidade armazenadora de Ponta Grossa.

Nas Figuras 10 e 11 pode-se verificar que o custo de recepção e expedição se reduz exponencialmente com o aumento do índice de rotatividade das unidades. Isso ocorre devido à maior divisão dos custos fixos para uma maior quantidade de produto, retratando, assim, a importância de uma boa estimativa da quantidade de produto que a unidade irá receber anualmente para que a receita cubra as despesas da unidade armazenadora.

Pode-se observar também que o custo de recepção cresce com maior intensidade que o custo de expedição. Isso se deve aos custos com mão-de-obra serem superiores para a recepção em relação à expedição para ambas as unidades, conforme apresentado nas Tabelas 18 e 20. Ressalta-se que o custo com mão-de-obra foi considerado quase inteiramente fixo para o caso estudado.

Apesar de o custo de aquisição da infra-estrutura de expedição ser maior que o custo de aquisição da infra-estrutura de recepção em 34,31% e 36,23% para a unidade de Uberaba e Ponta Grossa, respectivamente, o custo final por tonelada da recepção foi maior do que o da expedição em ambas as unidades, conforme apresentado nas Figuras 10 e 11. Isso se deve, principalmente, pelo maior custo de mão-de-obra da operação unitária de recepção em relação à operação unitária de expedição, devido ao critério de rateio utilizado.

5.4 Análise de sensibilidade mediante alteração do índice de ocupação

Foi realizada a análise de sensibilidade variando o índice de ocupação de 0,1 a 1,0, considerando os custos de armazenagem das unidades armazenadoras de Uberaba e Ponta Grossa. Os resultados obtidos nessa análise são apresentados nas Figuras 12 e 13.

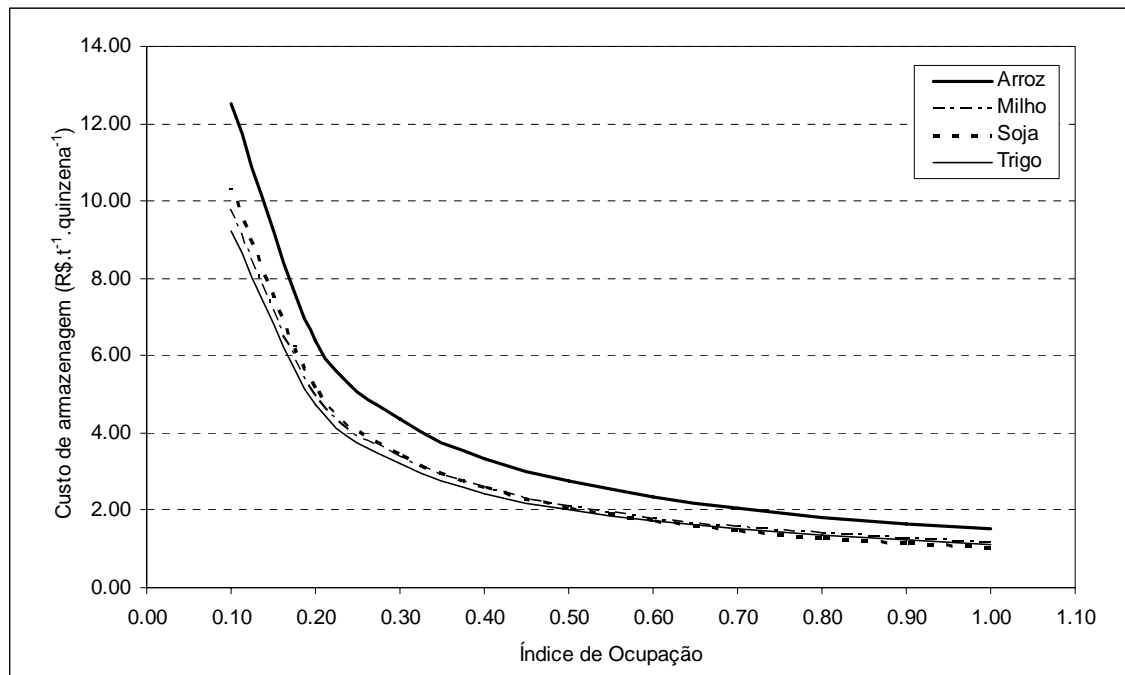


Figura 12 – Custo de armazenagem em função da variação do índice de ocupação da unidade armazenadora de Uberaba.

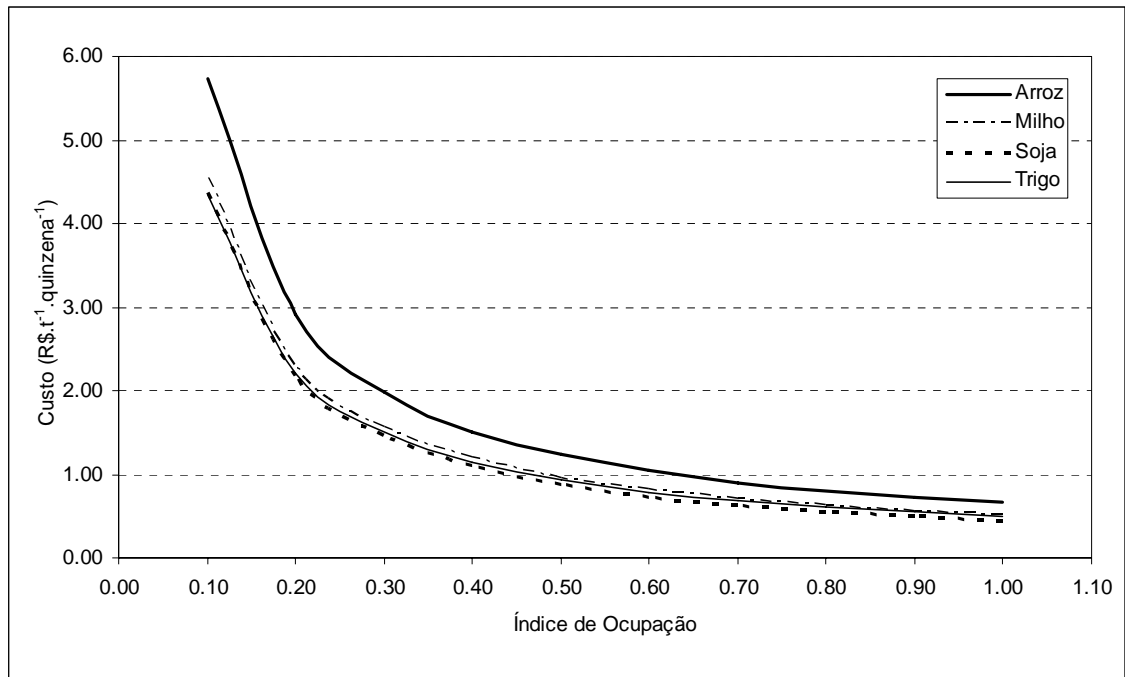


Figura 13 – Custo de armazenagem em função da variação do índice de ocupação da unidade armazenadora de Ponta Grossa.

Analisando os resultados apresentados nas Figuras 12 e 13, pode-se verificar que o custo de armazenagem cresce exponencialmente com a redução do índice de ocupação do armazém. Isso ocorre porque os custos fixos da operação de armazenagem aumentam exponencialmente o custo por tonelada de produto, quando se reduz a quantidade média de produto que permanece armazenado. Dessa forma, é possível verificar a importância da estimativa da quantidade de produto que, em média, permanece armazenado na unidade armazenadora. Nessas mesmas figuras, é possível observar uma diferença significativa do custo de arroz em relação aos custos dos demais produtos. Essa diferença é devida à estimativa de custo de expurgo e pulverização e o maior espaço de armazenagem ocupado por unidade de massa de produto, retratando a importância da consideração da massa específica do produto para formação final do custo por tonelada de produto armazenado.

5.5 Análise de sensibilidade mediante alteração do teor de umidade inicial e final do produto

Nas Figuras 14 e 15 são apresentados os resultados dos custos de secagem para as unidades armazenadoras de Uberaba e Ponta Grossa, variando-se o teor de umidade

inicial do produto entre 13% b.u. e 28% b.u e o teor de umidade final do produto entre 13% b.u a 16% b.u., considerando-se milho como produto.

Analisando os resultados apresentados nas Figuras 14 e 15, é possível verificar que o custo de secagem por tonelada de produto apresentou comportamento aproximadamente linear crescente com o aumento do teor de umidade inicial de secagem, apesar de a eficiência da secagem variar exponencialmente com o teor de umidade inicial do produto, conforme a Figura 16. O aumento do teor de umidade final reduz o custo de secagem devido ao aumento da capacidade de processamento do secador.

A intensidade de crescimento do custo de secagem em função do teor de umidade inicial apresentou, aproximadamente, o mesmo comportamento para os diferentes teores finais de umidade, para unidade armazenadora de Uberaba (Figura 14). Para a unidade de Ponta Grossa (Figura 15), a intensidade de crescimento do custo para os diferentes teores de umidade final foi crescente com redução do teor de umidade final. Esse fato, provavelmente, ocorre devido ao maior custo variável de secagem da unidade de Ponta Grossa, tendo em vista que nessa unidade utiliza-se gás natural como combustível.

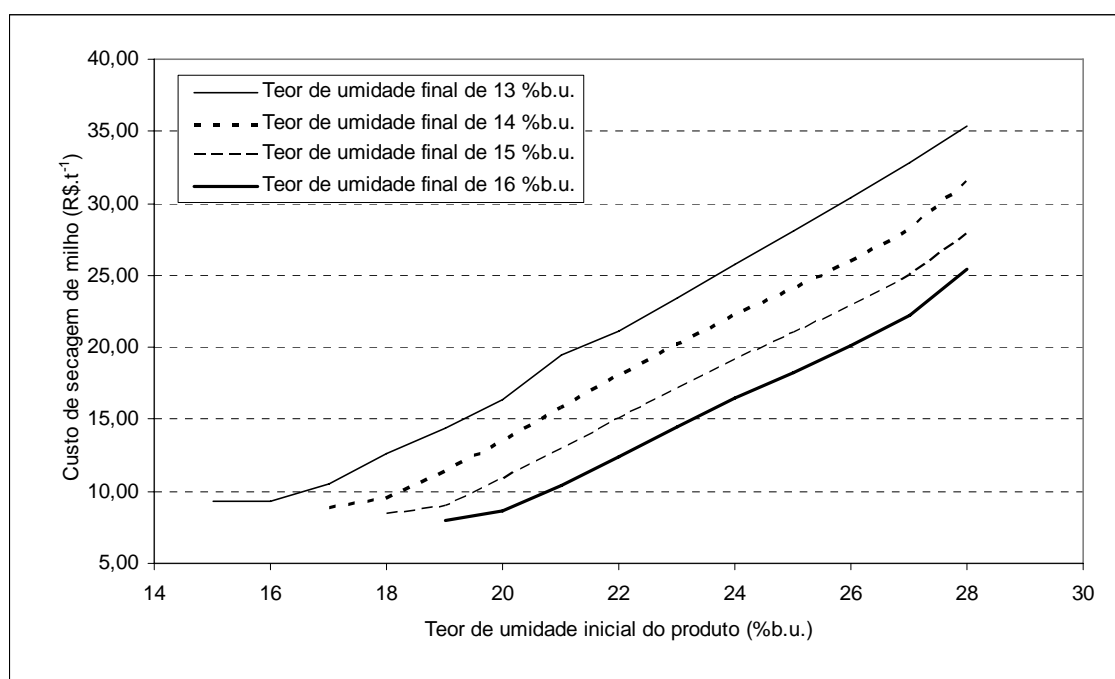


Figura 14 – Custo de secagem de milho para a unidade armazenadora de Uberaba, em função da variação do teor de umidade inicial do produto para diferentes teores de umidades finais de secagem.

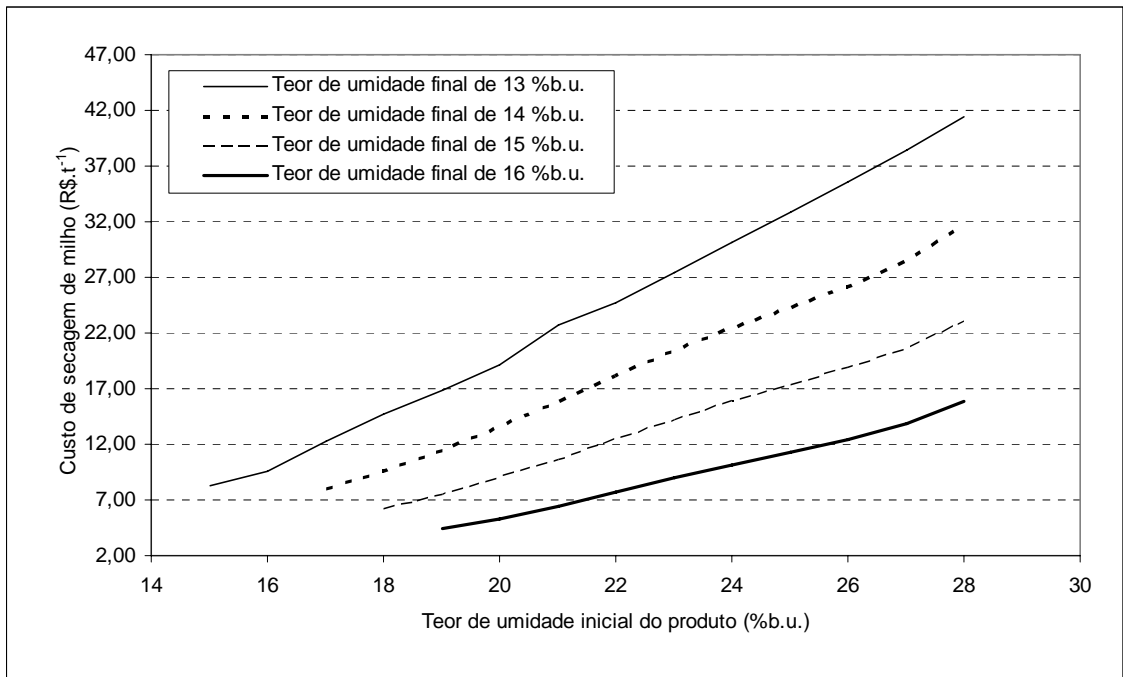


Figura 15 – Custo de secagem de milho para a unidade armazenadora de Ponta Grossa, em função da variação do teor de umidade inicial do produto para diferentes teores de umidades finais de secagem.

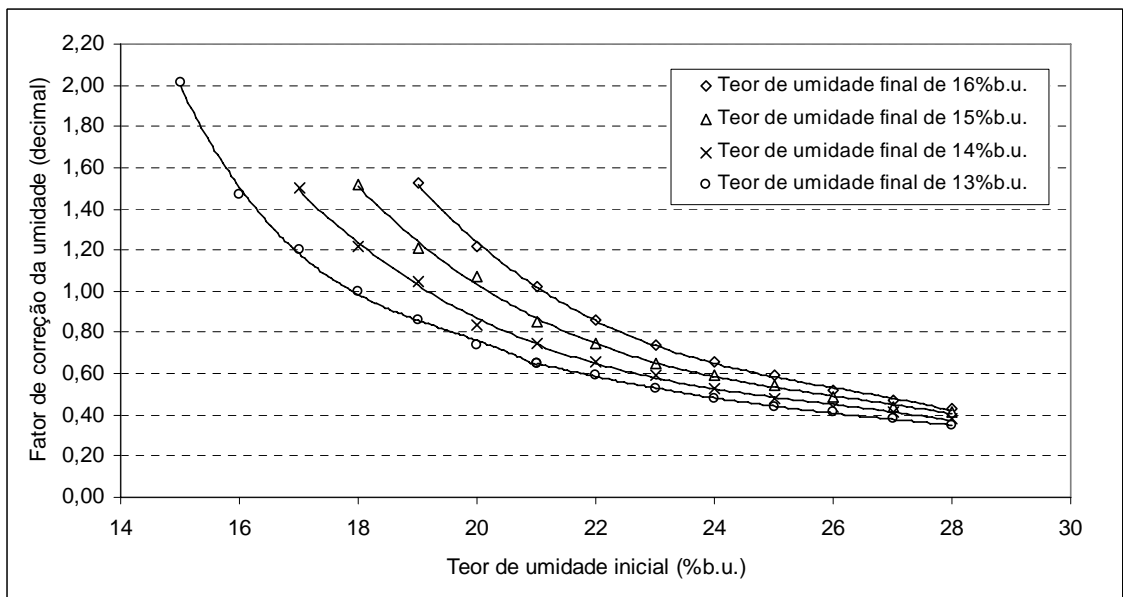


Figura 16 – Fator de correção da capacidade nominal do sistema de secagem, em função do teor de umidade inicial e final do produto.

5.6 Análise de sensibilidade mediante alteração do tipo de combustível e teor de umidade inicial do produto

Nas Figuras 17 e 18 são apresentados os resultados do custo de secagem, variando o teor de umidade inicial entre 13% b.u. e 28% b.u., calculado para diferentes combustíveis, considerando o teor de umidade final de secagem de 13% b.u. para o milho.

Analisando os resultados apresentados nas Figuras 17 e 18, pode-se verificar que, apesar de a lenha apresentar o menor poder calorífico dentre os três combustíveis analisados, foi o combustível que apresentou o menor custo de secagem, devido ao seu baixo custo de aquisição. Ainda é possível verificar que, com o aumento do teor de umidade inicial do produto, o custo de secagem utilizando lenha, torna-se ainda menor em relação aos demais combustíveis, devido à menor intensidade de crescimento em relação aos demais combustíveis com o aumento do teor de umidade inicial.

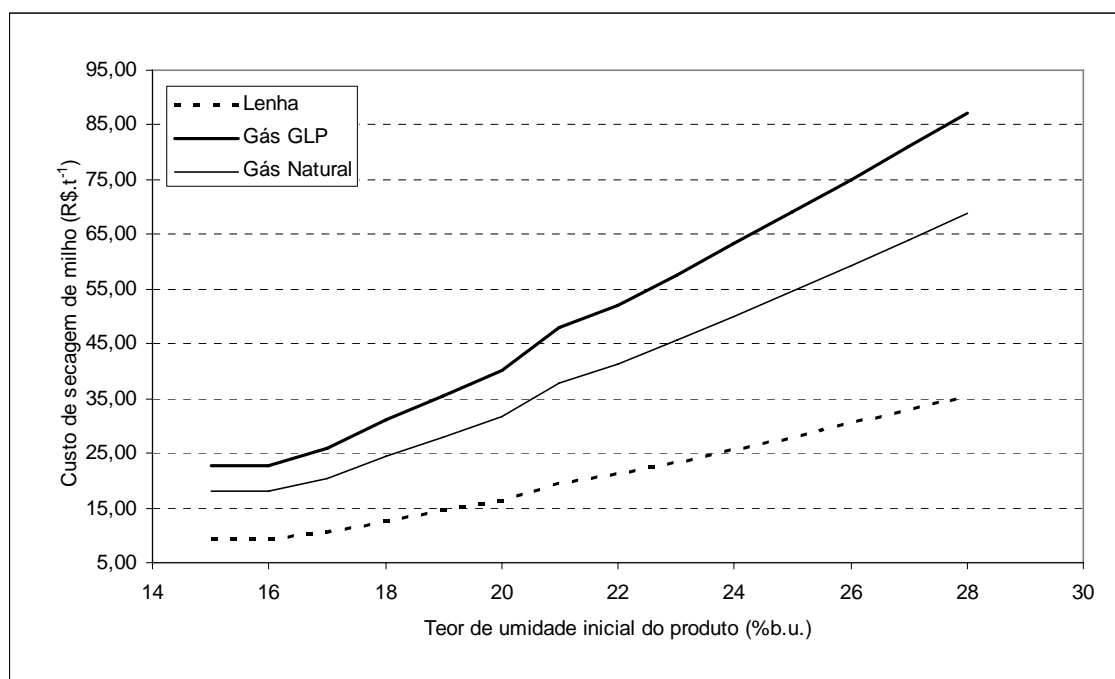


Figura 17 – Custo de secagem de milho para a unidade armazenadora de Uberaba, em função da variação do teor de umidade inicial do produto para diferentes combustíveis.

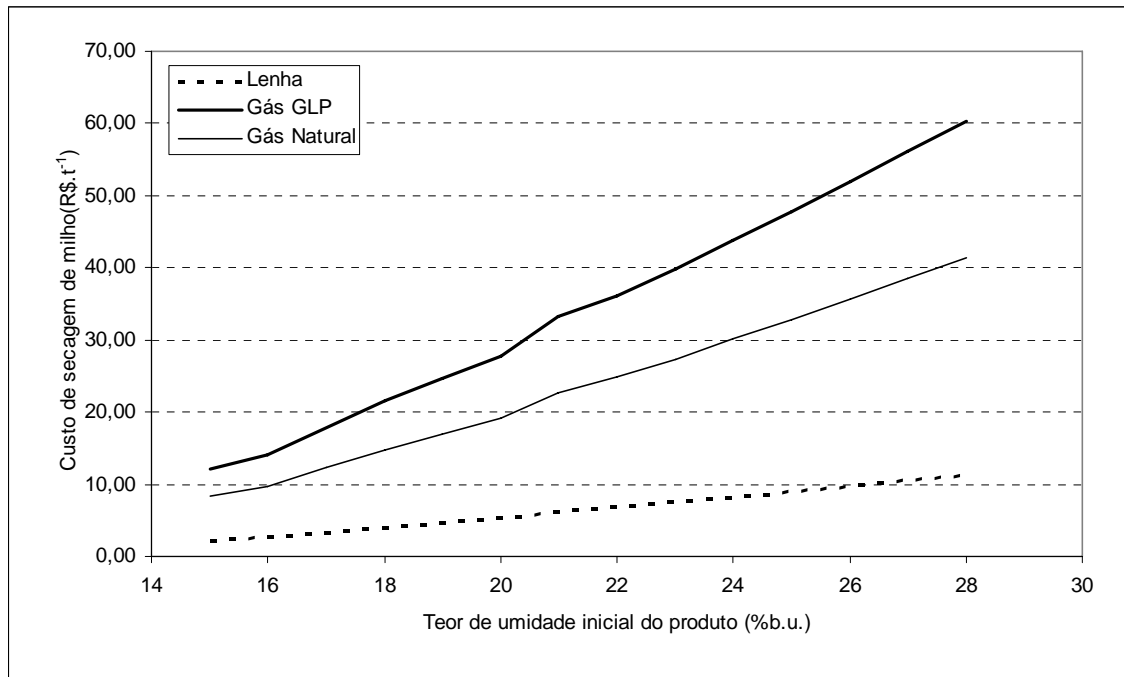


Figura 18 – Custo de secagem de milho para a unidade armazenadora de Ponta Grossa, em função da variação do teor de umidade inicial do produto para diferentes combustíveis.

5.7 Análise de sensibilidade mediante alteração do tempo de utilização anual do sistema de secagem

A Figura 19 apresenta o resultado do custo de secagem considerando-se milho, para teor de umidade inicial e final de 18% b.u. e 13% b.u, respectivamente. Os resultados foram obtidos para as unidades armazenadoras de Uberaba e Ponta Grossa, variando o tempo de utilização anual da operação entre 300 e 1.700 horas.

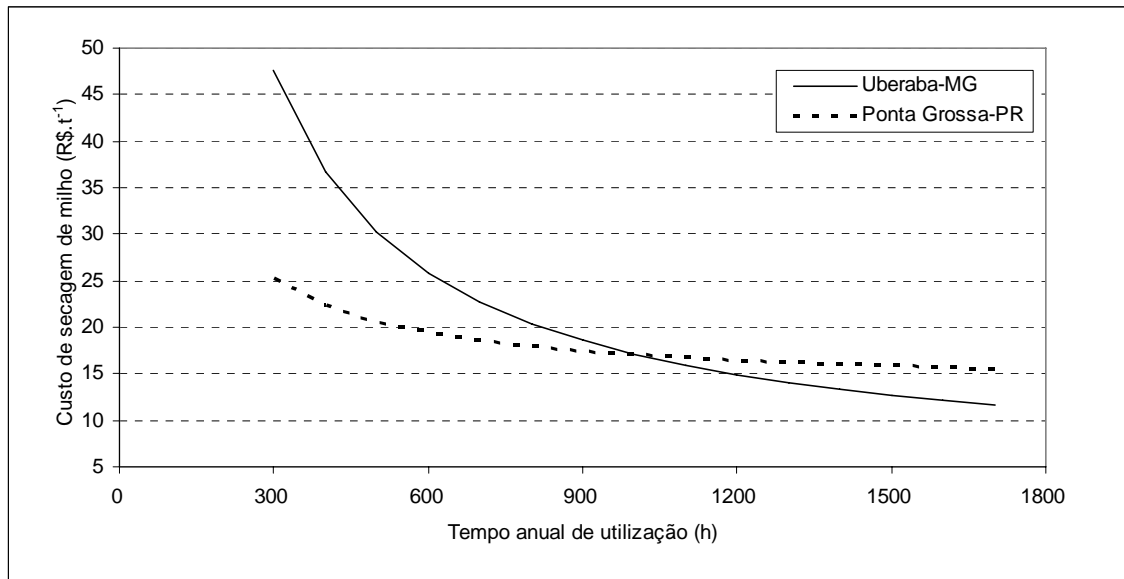


Figura 19 – Custo de secagem de milho para as unidades armazenadoras de Uberaba e Ponta Grossa, em função da variação do tempo anual de utilização do sistema de secagem.

Na Figura 19 pode-se verificar que, para um número de horas de utilização anual maior que 1.100 horas, o custo de secagem para a unidade armazenadora de Uberaba é menor que o custo para a unidade de Ponta Grossa. Quando o tempo de utilização anual é menor que 1.100 horas, os custos fixos e a baixa capacidade estática de processamento do sistema de secagem da unidade de Uberaba contribuem para elevar o custo, ultrapassando, assim, o custo de Ponta Grossa. Apesar de a unidade armazenadora de Ponta Grossa utilizar o gás natural como combustível, apresenta menor custo de secagem que a unidade armazenadora de Uberaba, quando o número de horas de utilização anual é menor que 1.100 horas.

5.8 Análise de sensibilidade mediante a alteração do teor de impureza e teor de umidade inicial do produto

As Figuras 20 e 21 apresentam os dados de custos do sistema de limpeza para as unidades armazenadoras de Uberaba e Ponta Grossa, respectivamente. Os custos de limpeza foram obtidos variando-se o teor de impureza inicial de 3% a 6% e teor de umidade inicial entre 13% b.u. e 28% b.u..

Pela análise dos dados, pode-se verificar que os custos de limpeza aumentaram significativamente com o aumento do teor de umidade do produto, mostrando um

comportamento linear, apesar de os coeficientes técnicos de correção da capacidade nominal de limpeza terem um comportamento exponencial, conforme Figuras 22 e 23.

A unidade armazenadora de Ponta Grossa apresentou um menor custo de limpeza para toda a faixa de teor de umidade e impureza em relação à unidade de Uberaba. Portanto, a unidade de Uberaba não apresenta boa eficiência para o sistema de limpeza devido aos altos custos fixos em relação ao tempo anual de utilização.

Pode-se verificar que o custo para impureza inicial de 3% foi aproximadamente constante para quase toda a faixa do teor de umidade inicial do produto. Isso ocorre devido à limitação do sistema de transporte de abastecimento e desabastecimento das máquinas do sistema de limpeza.

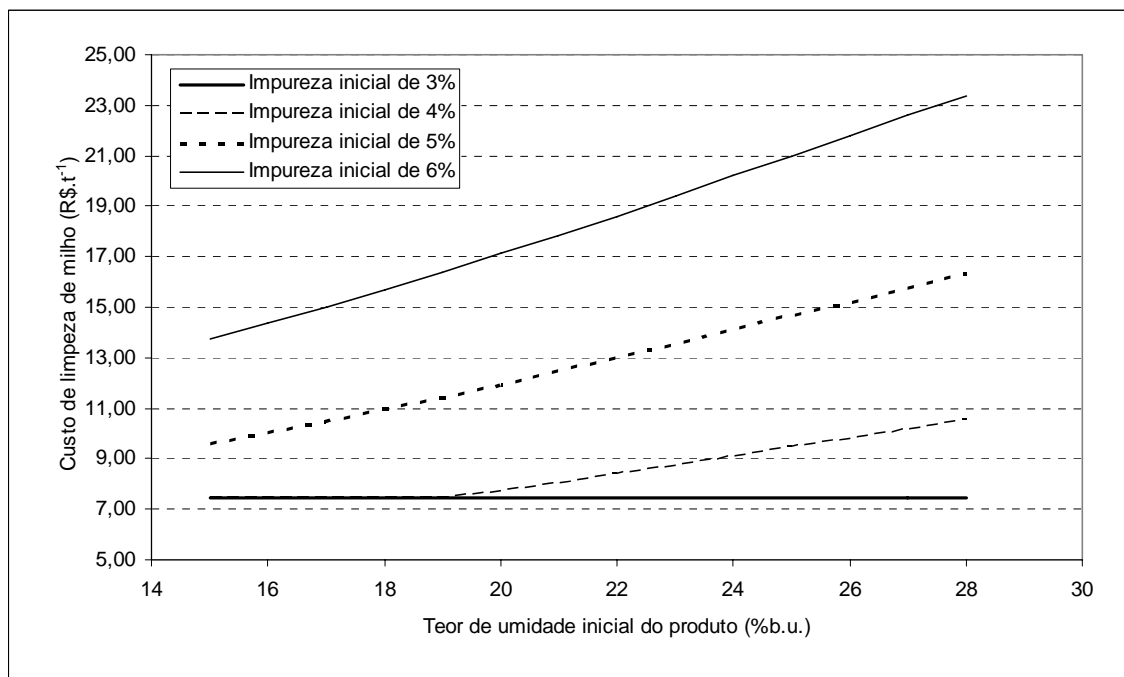


Figura 20 – Custo de limpeza de milho para a unidade armazenadora de Uberaba, em função do teor de umidade inicial do produto para diferentes teores iniciais de impureza.

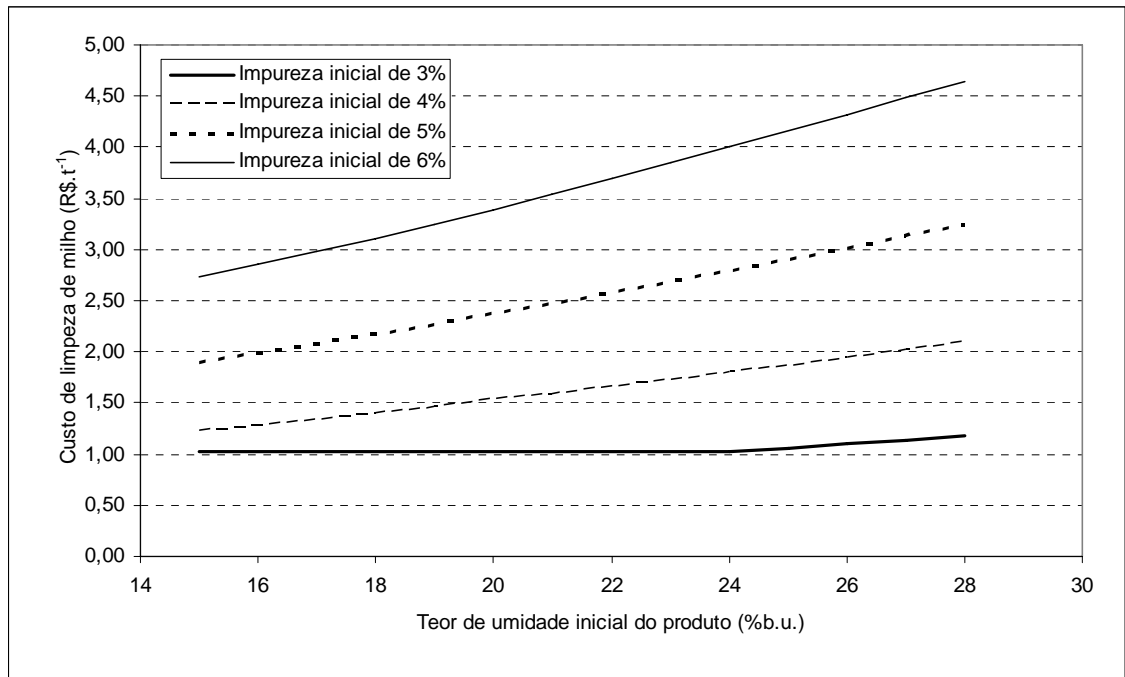


Figura 21 – Custo de limpeza de milho para a unidade armazenadora de Ponta Grossa, em função do teor de umidade inicial do produto para diferentes teores iniciais de impureza.

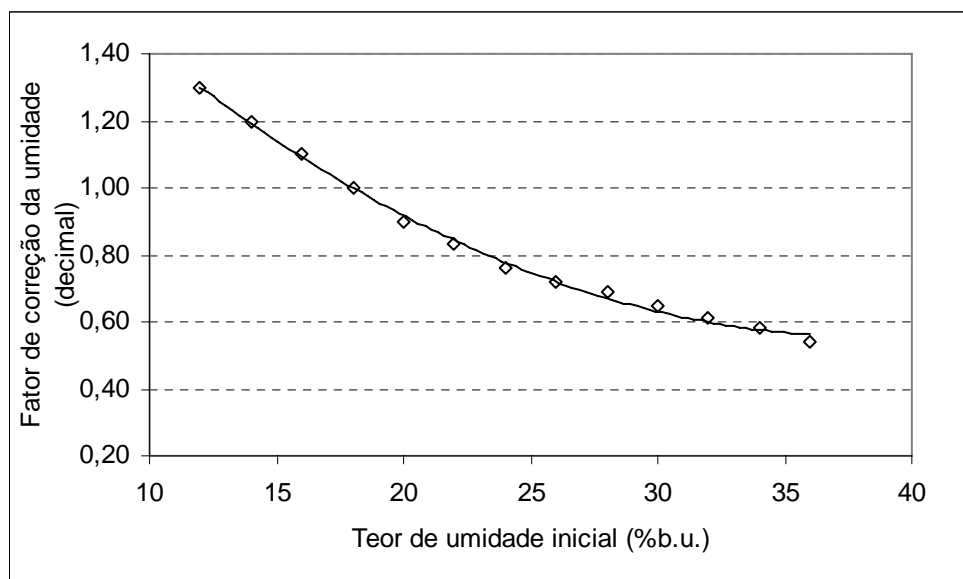


Figura 22 – Fator de correção da capacidade nominal do sistema de limpeza, em função do teor de umidade inicial do produto.

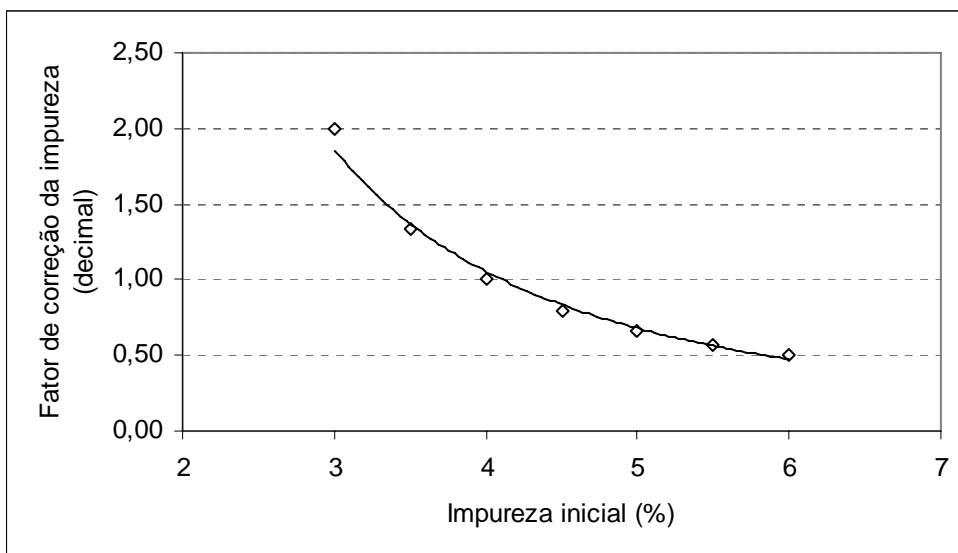


Figura 23 – Fator de correção da capacidade nominal do sistema de limpeza, em função do teor de impureza inicial do produto.

6 CONCLUSÕES

Com relação às unidades armazenadoras cadastradas no sistema de apoio à tomada de decisão e à metodologia empregada, conclui-se que:

- O sistema computacional implementado apresenta: (i) flexibilidade para o cálculo de custos em Reais por tonelada de produto, possibilitando a tomada de decisão na definição de tarifas em unidades armazenadoras quando da prestação de serviços a terceiros; (ii) facilidade para cadastramento, modificação e remoção de dados de forma rápida e dinâmica; e alta portabilidade e disponibilidade devido ao acesso via Internet;
- O índice de rotação da unidade armazenadora é um importante parâmetro nos custos em Reais por tonelada de recepção e expedição. Constatou-se que, ao promover a redução do índice de rotação, os custos de recepção e expedição apresentaram um crescimento exponencial crescente. O índice de ocupação da unidade armazenadora demonstrou ser relevante nos cálculos dos custos em Reais por tonelada de armazenagem, pois, ao reduzir o índice de ocupação, o custo de armazenagem apresentou um crescimento exponencial crescente;
- Ao aplicar o sistema computacional em análises comparativas entre as unidades armazenadoras da CONAB localizadas em Uberaba e Ponta Grossa, foi possível concluir que a unidade de Uberaba apresenta baixa eficiência operacional devido aos altos custos por tonelada de produtos processados em relação a Ponta Grossa. No entanto, é importante ressaltar que a unidade de Uberaba não é uma unidade padrão em nível brasileiro, pois é constituída por silos búfalos. Este aspecto

destaca a importância da consideração das características da infra-estrutura e operacionalização da unidade armazenadora para composição dos custos;

- Os custos de limpeza foram aproximadamente lineares e crescentes com o aumento do teor de umidade inicial do produto, mas verificou-se que as taxas de crescimento dos custos foram crescentes com o aumento do teor de impureza inicial do produto;
- Os custos de secagem foram aproximadamente lineares e crescentes com o aumento do teor de umidade inicial do produto. Além disso, para a unidade de Ponta Grossa, observou-se que as taxas de crescimento dos custos apresentaram-se crescentes com a redução do teor de umidade final. Para a unidade armazenadora de Uberaba, as taxas de crescimento dos custos de secagem foram semelhantes para os diferentes teores de umidade final;
- O custo de secagem, considerando o tipo de combustível, foi menor para lenha, seguido do gás natural e, por último, pelo GLP. Os custos de secagem apresentaram crescimento aproximadamente linear e crescente com o aumento do teor de umidade inicial do produto, considerando os diferentes tipos de combustíveis. As taxas de crescimento foram maiores para GLP, gás natural e a lenha teve menor taxa de crescimento em função da sua umidade inicial;
- Os custos de secagem apresentaram um crescimento exponencial com a redução do número de horas anuais de utilização do sistema. Esse custo para a unidade armazenagem de Uberaba foi menor ao ser considerado um tempo anual de utilização maior que 1100 horas;
- A consideração do tipo de produto para composição final do custo de armazenagem, secagem e limpeza é importante, haja vista as diferenças finais obtidas entre os produtos, podendo representar perdas ou ganhos significativos no final de um período. Além disso, a diferenciação dos custos entre produtos agrícolas para formação final da tarifa torna o sistema de cobrança mais justo para os utilizadores de tais serviços;
- O uso do sistema computacional implementado permite realizar uma variedade de experimentações como análise de sensibilidade, comparação de cenários e otimização. Este sistema gera relatórios que podem ser utilizadas no auxílio à tomada de decisão para definir tarifas quando da prestação de serviços relativos às

operações de recepção, limpeza, secagem, armazenagem e expedição de produtos agrícolas em unidades armazenadoras.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIA

ACHOUR, M.; BETZ, F.; DOVGAL, A.; LOPES, N.; OLSON, P.; RICHTER, G.; SEGUY, D.; VRANA, J. PHP Manual, 2007. Disponível em: < <http://www.php.net>> Acesso em: 25 de abril de 2007.

AXMARK, D.; WINDENIUS, M.; LENTZ, A.; DUBOIS, P.; HINZ, S. MySQL 3.23, 4.0, 4.1 Reference Manual, 2007. Disponível em: < <http://www.mysql.com/>> Acesso em: 25 de abril de 2007.

CARVALHO, A. J. R. **Desenvolvimento de metodologia e protótipo de sistema informatizado de apoio à gestão estratégica de custos em laticínios**. 1998. 141p. Tese (Mestrado em Economia Rural) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.

CHEN, R.; HSU, C.; CHANG, C.; Yeh, S. W. A web-based monitor and management system architecture for enterprise virtual private network. **Computers and Electrical Engineering**, v.31, p.503-524, 2006.

CHRISTENSEN, C. M.; KAUFMANN, H. H. V. Maintaining quality in storage. In: SAUER, D. B. **Storage of Cereal Grains and Their Products**. Fourth Edition, Minnesota, 1992. p. 173-182

CONAB (2007). Armazenagem. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 15/01/2007.

LAW, A. M.; KELTON, W. D. **Simulation modeling & analysis**, 2nd Edition, McGraw Hill, Inc: New York. 1991.

LIMA, J. G. **Custos (cálculos, sistemas e análise)**. São Paulo. Brasil: Editora Atlas. 1969. 246p.

LOEWER Jr., O. J.; BRIDGES, T. C.; WHITE, G. M.; OVERHULTS, D. G. The influence of harvesting strategies and economic constraints on the feasibility of farm drying and storage facilities. **Transactions of the ASAE**, v. 23, n.2, p.468-476, 1980.

LOEWER, O. J.; BRIDGES, T. C.; BUCKLIN, R. A. **On-farm drying and storage systems**. ASAE Publication 9, American Society of Agricultural Engineers, 1994. 560p.

MCFARLARNE, N. J. B.; BRUCE, D. M. A cost function for continuous-flow grain drying and its use in control, **Journal of Agricultural Engineering Research**. v.65, n.1, p. 63-75, 1996.

NOGUEIRA, S. N.; TSUNECHIRO, A., Produção agrícola e infra-estrutura de armazenagem do Brasil: Informações Econômicas, SP, v.3, n.2, 2005. Disponível em: < <http://www.iea.sp.gov.br/out/index.php>> Acesso em: 17/01/2007.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Campinas, SP. Brasil: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 2000. 666p.

QUEIROZ, D.M. Custo de secagem de grãos, Boletim Técnico, 2003. Disponível em: < <http://www.centreinar.org.br/> > Acesso em: 12/04/2007.

REZENDE, R. C. **Projeto de avaliação econômica de unidades armazenadoras de grãos**. 2001. 153p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SCHNAKE, L.D.; STEVENS, C. A., Inland grain elevator operating costs and capital requirements, 1982. Bulletin 644, **Agricultural Experiment Station**, Kansas State University, Manhattan, 1983. 30p.

SILVA, J.S. **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora, MG: Instituto Maria, 500 p., 1995.

SILVA, L. C. **Stochastic simulation of the dynamic behavior of grain storage facilities**. 2002. 85p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SILVA, L. C.; QUEIROZ, D. M.; FLORES, R. A. Estimativa de custos operacionais em unidades armazenadoras de grãos por meio de simulação, **Revista Brasileira de Armazenagem**, v.31, n.1. p.1-7, Viçosa-MG, 2006.

SILVA, L. S. Modelagem e simulação, Boletim Técnico, 2006. Disponível em: <<http://www.agais.com>> Acesso em: 20/01/2007.

SILVA, L. S. Unidades Armazenadoras: Planejamento e gerenciamento otimizado, Boletim Técnico, 2006. Disponível em: <<http://www.agais.com>> Acesso em: 20/01/2007.

SILVEIRA, S. F. R.; SILVA, J. S.; PINTO, F. A. C.; REZENDE, R. C. Composição do custo de secagem. In: SILVA, J.S. **Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas**, Viçosa, MG: Editora Aprenda Fácil, 2000, 502 p. 221-239.

THOMPSON, S., GARCIA, P. The economics of grain storage. In: SAUER, D. B. **Storage of Cereal Grains and Their Products**. Fourth Edition, Minnesota, 1992. p. 589-606.

RIVERA, J. Modeling with Extend. In: The 1997 Winter Simulation Conference. Association of Computer: New York, Proceedings. 1997. p. 674-676.

WEBER, E. A. **Armazenagem agrícola**. Guaíba, RS. Brasil: Livraria e Editora Agropecuária. 2001. 396p.

WEBER, E. A. **Excelência em beneficiamento e armazenagem de grãos**. Canoas, RS. Brasil: Editora Salles. 2005. 586p.

YOUNG, J. H., DICKENS, J. W. Evaluation of costs for drying grain in batch or cross-flow systems. **Transactions of the ASAE**. St. Joseph, Michigan. v.18, n.4, p. 734-739. 1975.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Destaques do governo ▾

Conab Outros sistemas: Outro sistema ▾ Contato Mapa do sistema

Sistema WEB Para Determinação de Tarifas de Armazenagem

Admin. Unidade: Ponta Grossa

Infra-Estrutura | Mão-de-Obra | Energia | Dados Técnicos | Custos

Infra-Estrutura

- | Recepção
- | Secagem
- | Limpeza
- | Armazenagem
- | Expedição
- | Recepção/Expedição
- | Geral

Infra-Estrutura - Recepção

Valor total de Infra-Estrutura: R\$ 39.627.853,00
 Valor total do setor: R\$ 1.020.000,00
 Percentual do setor em relação ao total: 2,57 %

REMOVER | SALVAR | INSERIR ← VOLTAR

<input type="checkbox"/>	Item	Quantidade	Valor (R\$/unid)	Vida útil (anos)	Reparo, manutenção / ano (%)	Seguro, impostos, alojamento / ano (%)	Sucata (%)
<input type="checkbox"/>	Moegas ferroviária (estrutura, cobertura, etc)	1	170000	50	1	2	10
<input type="checkbox"/>	Moegas rodoviária (estrutura, cobertura, etc) - 90 toneladas de capacidade	5	170000	50	1	2	10

Figura 1A – Tela de exemplo dos dados de entrada para a infra-estrutura de recepção, na qual é possível verificar os campos de entrada de dados e o menu lateral para acesso das outras operações unitárias.

Mão-de-obra

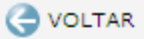
SALVAR	
Valores de mão-de-obra mensal sem encargos	Salário (R\$/mês)
Salário referente a administração central rateado para a unidade	<input type="text" value="0"/>
Mão-de-obra permanente total da unidade armazenadora	<input type="text" value="35272"/>
Mão-de-obra temporária	<input type="text" value="0"/>
Hora extra	<input type="text" value="293"/>
Encargo social (% sobre salário)	<input type="text" value="70"/>
Número de funcionários	Valor(unidade)
Número de funcionários que trabalham diretamente na recepção	<input type="text" value="22"/>
Número de funcionários que trabalham diretamente na limpeza	<input type="text" value="3"/>
Número de funcionários que trabalham diretamente na secagem	<input type="text" value="3"/>
Número de funcionários que trabalham diretamente na armazenagem	<input type="text" value="3"/>
Número de funcionários que trabalham diretamente na expedição	<input type="text" value="7"/>
Número de horas	Valor(horas/ano)
Número de horas anuais dedicadas pelos funcionários à recepção	<input type="text" value="1800"/>
Número de horas anuais dedicadas pelos funcionários à limpeza	<input type="text" value="2880"/>
Número de horas anuais dedicadas pelos funcionários à secagem	<input type="text" value="2880"/>
Número de horas anuais dedicadas pelos funcionários à armazenagem	<input type="text" value="2112"/>
Número de horas anuais dedicadas pelos funcionários à expedição	<input type="text" value="1056"/>

Figura 2A – Tela de exemplo dos dados de entrada para a mão-de-obra, com valores e critério de rateio.

Energia - Parâmetros

Parâmetros da Energia	Valor
Demanda de energia elétrica (kW)	<input type="text" value="575"/>
Valor da energia elétrica (R\$/kWh)	<input type="text" value="0.08"/>
Valor da demanda de energia elétrica (R\$/kW)	<input type="text" value="6.1"/>
ICMS da energia elétrica (%)	<input type="text" value="26"/>
Consumo de diesel para gerador (L/ano)	<input type="text" value="0"/>
Valor do diesel (R\$/L)	<input type="text" value="1.8"/>
Valor da lenha (R\$/m ³)	<input type="text" value="40"/>
Valor do gás GLP (R\$/Kg)	<input type="text" value="2.5"/>
Valor do gás natural (R\$/m ³)	<input type="text" value="1.42"/>
Valor do fuel-oil (R\$/L)	<input type="text" value="1.5"/>

Figura 3A – Tela de exemplo dos dados de entrada para os parâmetros gerais de energia.

Dados Técnicos - Produtos

<input type="checkbox"/>	SALVAR	REMOVER	INSERIR	
<input type="checkbox"/>	Produto	Expurgo (unid/ano)	Pulverização piretróide (unid/ano)	Pulverização organofosforado (unid/ano)
<input type="checkbox"/>	Arroz (casca)	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>
<input type="checkbox"/>	Milho	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>
<input type="checkbox"/>	Soja	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
<input type="checkbox"/>	Trigo	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>

Figura 6A – Tela de exemplo dos dados técnicos de entrada relacionados aos produtos armazenados.

Dados Técnicos - Recepção

SALVAR	
Parâmetro	Valor
Capacidade de recebimento (t/hora)	<input type="text" value="520"/>

Figura 7A – Tela de exemplo do dado técnico de entrada relacionado à recepção.

Dados Técnicos - Secagem

SALVAR	
Parâmetro	Valor
Capacidade nominal total de secagem (t/hora)	<input type="text" value="100"/>
Capacidade do sistema de transporte do secador (t/hora)	<input type="text" value="130"/>
Número de horas anual de funcionamento (horas)	<input type="text" value="2880"/>
Tipo de combustível	<input type="text" value="Gás Natural"/>
Tipo de secador	<input type="text" value="Com reaprov. de ar"/>

Figura 8A – Tela de exemplo dos dados técnicos de entrada relacionados ao sistema de secagem.

Dados Técnicos - Limpeza

SALVAR	
Parâmetro	Valor
Capacidade nominal total do sistema de limpeza (t/hora)	<input type="text" value="90"/>
Capacidade de transporte do sistema de limpeza (t/hora)	<input type="text" value="130"/>
Número de horas de funcionamento do sistema anualmente (horas)	<input type="text" value="2880"/>

Figura 9A – Tela de exemplo dos dados técnicos de entrada relacionados ao sistema de limpeza.

Dados Técnicos - Armazenagem

SALVAR	
Parâmetro	Valor
Valor da fosfina (R\$/kg)	<input type="text" value="50"/>
Dosagem da fosfina (g/m ³)	<input type="text" value="6"/>
Valor do piretróide (R\$/L)	<input type="text" value="50"/>
Dosagem do piretróide (mL/t)	<input type="text" value="17"/>
Valor do organofosforado (R\$/L)	<input type="text" value="50"/>
Dosagem do organofosforado (mL/t)	<input type="text" value="12"/>
Dosagem do produto químico para termonebulização (mL/m ³)	<input type="text" value="20"/>
Custo do produto químico para termonebulização (R\$/L)	<input type="text" value="50"/>
Número de termonebulizações (Unid/Ano)	<input type="text" value="1"/>

Figura 10A – Tela de exemplo dos dados técnicos de entrada relacionados à armazenagem.

Dados Técnicos - Expedição

SALVAR	
Parâmetro	Valor
Capacidade de expedição (t/hora)	<input type="text" value="520"/>

Figura 11A – Tela de exemplo dos dados técnicos de entrada relacionados à expedição.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Conab

Sistema WEB Para Determinação de Tarifas de Armazenagem

Outros sistemas: Outro sistema

Contato Mapa do sistema

Destques do governo

Admin. Unidade: Ponta Grossa

Infra-Estrutura Mão-de-Obra Energia Dados Técnicos Custos

Custos

- Tarifas
- Custo Detalhado

Custos - Tarifas

Escolha abaixo o produto para realização dos cálculos:

Tipo do produto: -----Selecione-----

- Selecione-----
- Arroz (casca)
- Milho
- Soja
- Trigo

Figura 12A – Tela de exemplo de seleção do tipo de produto para realização do cálculo.

Produto: Milho				
Custo de Recepção (R\$/t)				2.28
Custo de Armaz. (R\$/t/quinzena)				0.64
Custo de Expedição (R\$/t)				1.95
Custo de Secagem (R\$/t)				
Umidade Inicial (%bu)	Umidade Final (%bu)			
	13	14	15	16
15	8.34	6.83	5.32	3.81
16	9.64	6.83	5.32	3.81
17	12.27	7.93	5.32	3.81
18	14.76	9.56	6.12	3.81
19	16.91	11.45	7.42	4.36
20	19.11	13.58	8.94	5.35
21	22.75	15.86	10.62	6.49
22	24.77	18.17	12.39	7.73
23	27.40	20.37	14.14	8.99
24	30.11	22.39	15.79	10.21
25	32.86	24.26	17.31	11.35
26	35.64	26.14	18.80	12.49
27	38.46	28.40	20.52	13.83
28	41.40	31.66	22.94	15.80

Figura 13A – Tela de exemplo dos custos de recepção, armazenagem, expedição e secagem calculados para milho.

Custo de Limpeza (R\$/t)				
Umidade (%bu)	Impureza Inicial (%)			
	3	4	5	6
15	1.02	1.23	1.90	2.73
16	1.02	1.28	1.99	2.85
17	1.02	1.34	2.08	2.98
18	1.02	1.40	2.17	3.11
19	1.02	1.46	2.27	3.25
20	1.02	1.53	2.37	3.39
21	1.02	1.59	2.47	3.54
22	1.02	1.66	2.58	3.69
23	1.02	1.73	2.69	3.85
24	1.02	1.80	2.80	4.00
25	1.06	1.87	2.91	4.16
26	1.10	1.94	3.02	4.32
27	1.14	2.02	3.13	4.48
28	1.18	2.09	3.24	4.64

Figura 14A – Tela de exemplo dos custos do sistema de limpeza.

APÊNDICE B

Código fonte da rotina desenvolvida para o cálculo de custo para unidade armazenadora granel

```
<?
// Calculo do custo de acordo com o produto e o combustível usado na secagem
function calculaGranel($idProduto, $combustivel, $idUnidade) {

    /*****--CALCULOS-- *****/

    /*CÓDIGOS:
     *   Recepção: 0, Secagem: 1, Limpeza: 2, Armazenagem: 3, Expedição: 4, Geral: 5
     */

    //cria conexão
    $conexao = new database();

    /* CONSULTA unidade na tabela com os DADOS GERAIS */
    $query = "SELECT UD.valor, UD.unidade
              FROM sis_UNI_DADOS UD
              WHERE UD.id_unidade = ".$idUnidade." ORDER BY id_dado ASC";
    $resultadoDados = $conexao->consultaMsg($query, 'Erro da opera&ccedil;&aacute;o 1
no BD.');
```

```
    /* CONSULTA unidade na tabela com os PARAMETROS GERAIS */
    $query = "SELECT *
              FROM sis_PARAM_GERAL
              WHERE id_unidade = ".$idUnidade." ";
    $resultado = $conexao->consultaMsg($query, 'Erro da opera&ccedil;&aacute;o 2 no
BD.');
```

```
    // Parametros gerais
    $paramGeral = mysql_fetch_array($resultado);

    /* CONSULTA unidade na tabela com os PARAMETROS SETORIZADOS */
    $query = "SELECT *
              FROM sis_PARAM_SETOR
              WHERE id_unidade = ".$idUnidade." ";
    $resultado = $conexao->consultaMsg($query, 'Erro da opera&ccedil;&aacute;o 3 no
BD.');
```

```
    // Parametros gerais
    $paramSetor = mysql_fetch_array($resultado);

    //consulta a tabela de PRODUTOS
    $query = "SELECT *
              FROM sis_PRODUTOS P, sis_UNI_PRODUTOS UP
              WHERE UP.idProduto = ".$idProduto." AND UP.id_unidade =
".$idUnidade." AND
              P.idProduto = UP.idProduto ";
    $resultado = $conexao->consultaMsg($query, 'Erro da opera&ccedil;&aacute;o 4 no
BD.');
```

```
    // produto
    $produto = mysql_fetch_array($resultado);

    /* Calcula mark-up multiplicador */
    $TF = $paramGeral["impostoBruto"] * 0.01; //tributação sobre faturamento bruto
    $IR = $paramGeral["impostoRenda"] * 0.01; //imposto de renda
    $LL = $paramGeral["lucroLiquido"] * 0.01; //lucro liquido anual
    $LB = $LL / (1 - $IR); //taxa que se deve ter para um lucro
liquido
    $markup = 1 / (1 - ( $LB + $TF ) ); //multiplicador markup
    /* ----- */

    /* Quantidade recebida */
    $QRec = $paramGeral["indRotatividade"] * $paramGeral["capEstatica"];
```

```

/* quantidade armazenada */
$QArm = $paramGeral["indOcupacao"] * $paramGeral["capEstatica"];

/*-----CALCULO DE DEPRECIACÃO, TAXAS IAS, JUROS, REPARO E MANUTENÇÃO-----
*/

/* CONSULTA unidade na tabela com os dados de INFRA-ESTRUTURA */
$query = "SELECT *
        FROM sis_UNI_INFRA UI
        WHERE UI.id_unidade = ".$idUnidade." ORDER BY id_infra ASC";
$resultado = $conexao->consultaMsg($query, 'Erro da opera&ccedil;aaacute;o 5 no
BD.');
```

```

/* n° de linhas do array */
$tam_infra = mysql_num_rows($resultado);

/* gera uma matriz bidimensional com todo o resultado da consulta */
$infra = matriz($resultado);

for ($i = 0; $i < 6; ++$i) {

    $D[$i] = 0;
    $CapInvest[$i] = 0;
    $IAS[$i] = 0;
    $CRM[$i] = 0;
}

for ($i = 0; $i < $tam_infra; ++$i) {

    if ($infra[$i][2] == 'REC') { //se for RECEPÇÃO
        $P = $infra[$i][3] * $infra[$i][4]; //preço de aquisição
        $S = $infra[$i][8] * $P * 0.01; //valor de sucata
        $Vu = $infra[$i][5]; //vida útil
        if ($Vu != 0) {
            $D[0] = ($P - $S) / $Vu + $D[0]; //depreciação
        }
        $CapInvest[0] = $P + $S + $CapInvest[0]; //somatório do capital
com sucata
        $Tias = $infra[$i][7]; //taxa de imposto, seg. e
aloj.
        $Trm = $infra[$i][6]; //taxa de rep. e manut.
        $IAS[0] = $Tias * $P * 0.01 + $IAS[0]; //taxa de seg. impo. e aloj.
total
        $CRM[0] = $Trm * $P * 0.01 + $CRM[0]; //somatório de custo de
reparo/ ano
    }

    else

        if ($infra[$i][2] == 'EXP') { //se for EXPEDIÇÃO
            $P = $infra[$i][3] * $infra[$i][4]; //preço de aquisição
            $S = $infra[$i][8] * $P * 0.01; //valor de sucata
            $Vu = $infra[$i][5]; //vida útil
            if ($Vu != 0) {
                $D[4] = ($P - $S) / $Vu + $D[4]; //depreciação
            }
            $CapInvest[4] = $P + $S + $CapInvest[4]; //somatório do capital
com sucata
            $Tias = $infra[$i][7]; //taxa de imposto, seg. e
aloj.
            $Trm = $infra[$i][6]; //taxa de rep. e manut.
            $IAS[4] = $Tias * $P * 0.01 + $IAS[4]; //taxa de seg. impo. e aloj.
total
            $CRM[4] = $Trm * $P * 0.01 + $CRM[4]; //somatório de custo de
reparo/ ano
        }

    else

        if ($infra[$i][2] == 'RECEXP') { //se for RECEPÇÃO E EXPEDIÇÃO
            $P = $infra[$i][3] * $infra[$i][4]; //preço de aquisição
            $S = $infra[$i][8] * $P * 0.01; //valor de sucata
            $Vu = $infra[$i][5]; //vida útil
            if ($Vu != 0) {
                $D[0] = ($P - $S) * 0.5 / $Vu + $D[0];
            }
        }
    }
}

```

```

        $D[4] = ($P - $S) * 0.5 / $Vu + $D[4];           //depreciação
    }
    $CapInvest[0] = ($P + $S) * 0.5 + $CapInvest[0];
    $CapInvest[4] = ($P + $S) * 0.5 + $CapInvest[4];    //somatório do
capital com sucata
    $Tias = $infra[$i][7];                             //taxa de imposto,
seg. e aloj.
    $Trm = $infra[$i][6];                             //taxa de rep. e
manut.
    $IAS[0] = $Tias * $P * 0.005 + $IAS[0];
    $IAS[4] = $Tias * $P * 0.005 + $IAS[4];           //taxa de seg.
impo. e aloj. total
    $CRM[0] = $Trm * $P * 0.005 + $CRM[0];
    $CRM[4] = $Trm * $P * 0.005 + $CRM[4];           //somatório de
custo de reparo/ ano
    }
else
    if ($infra[$i][2] == 'LIMP') {                    //se for SISTEMA DE LIMPEZA
        $P = $infra[$i][3] * $infra[$i][4];          //preço de aquisição
        $S = $infra[$i][8] * $P * 0.01;              //valor de sucata
        $Vu = $infra[$i][5];                          //vida útil
        if ($Vu != 0) {
            $D[2] = ($P - $S) / $Vu + $D[2];          //depreciação
        }
        $CapInvest[2] = $P + $S + $CapInvest[2];      //somatório do capital
com sucata
        $Tias = $infra[$i][7];                        //taxa de imposto, seg. e
aloj.
        $Trm = $infra[$i][6];                          //taxa de rep. e manut.
        $IAS[2] = $Tias * $P * 0.01 + $IAS[2];        //taxa de seg. impo. e aloj.
total
        $CRM[2] = $Trm * $P * 0.01 + $CRM[2];        //somatório de custo de
reparo/ ano
    }
else
    if ($infra[$i][2] == 'SEC') {                    //se for SISTEMA DE SECAGEM
        $P = $infra[$i][3] * $infra[$i][4];          //preço de aquisição
        $S = $infra[$i][8] * $P * 0.01;              //valor de sucata
        $Vu = $infra[$i][5];                          //vida útil
        if ($Vu != 0) {
            $D[1] = ($P - $S) / $Vu + $D[1];          //depreciação
        }
        $CapInvest[1] = $P + $S + $CapInvest[1];      //somatório do capital
com sucata
        $Tias = $infra[$i][7];                        //taxa de imposto, seg. e
aloj.
        $Trm = $infra[$i][6];                          //taxa de rep. e manut.
        $IAS[1] = $Tias * $P * 0.01 + $IAS[1];        //taxa de seg. impo. e aloj.
total
        $CRM[1] = $Trm * $P * 0.01 + $CRM[1];        //somatório de custo de
reparo/ ano
    }
else
    if ($infra[$i][2] == 'ARM') {                    //se for ARMAZENAGEM
        $P = $infra[$i][3] * $infra[$i][4];          //preço de aquisição
        $S = $infra[$i][8] * $P * 0.01;              //valor de sucata
        $Vu = $infra[$i][5];                          //vida útil
        if ($Vu != 0) {
            $D[3] = ($P - $S) / $Vu + $D[3];          //depreciação
        }
        $CapInvest[3] = $P + $S + $CapInvest[3];      //somatório do capital
com sucata
        $Tias = $infra[$i][7];                        //taxa de imposto, seg. e
aloj.
        $Trm = $infra[$i][6];                          //taxa de rep. e manut.
        $IAS[3] = $Tias * $P * 0.01 + $IAS[3];        //taxa de seg. impo. e aloj.
total
        $CRM[3] = $Trm * $P * 0.01 + $CRM[3];        //somatório de custo de
reparo/ ano
    }
}

```

```

else
    if ($infra[$i][2] == 'GERAL') {
        $P = $infra[$i][3] * $infra[$i][4]; //preço de aquisição
        $S = $infra[$i][8] * $P * 0.01; //valor de sucata
        $Vu = $infra[$i][5]; //vida útil
        if ($Vu != 0) {
            $D[5] = ($P - $S) / $Vu + $D[5]; //depreciação
        }
        $CapInvest[5] = $P + $S + $CapInvest[5]; //somatório do capital
    }
    com sucata
    $Tias = $infra[$i][7]; //taxa de imposto, seg. e
    aloj.
    $Trm = $infra[$i][6]; //taxa de rep. e manut.
    $IAS[5] = $Tias * $P * 0.01 + $IAS[5]; //taxa de seg. impto. e aloj.
    total
    $CRM[5] = $Trm * $P * 0.01 + $CRM[5]; //somatório de custo de
    reparo/ ano
}

}

/* juros sobre capital médio investido para as 5 fases mais geral */

$J = $paramGeral["jurosCapMedio"]; //Juros anual
for ($i = 0; $i < 6; ++$i) {
    $Juros[$i] = ($CapInvest[$i] * $J) * 0.005; //juros sobre capital médio
}

investido
}

/*----- */

/*-----CALCULAR MAO-DE-OBRA----- */

//consulta a tabela com os dados de MÃO-DE-OBRA
$query = "SELECT *
        FROM sis_MAODEOBRA M
        WHERE M.id_unidade = ".$idUnidade;
$resultado = $conexao->consultaMsg($query, 'Erro da opera&ccedil;ao 6 no
BD.');
```

```

$Mtemp[1] = $MDtemp * $MSEC / $MTOTAL; //secagem
$Mtemp[2] = $MDtemp * $MLIMP / $MTOTAL; //limpeza
$Mtemp[3] = $MDtemp * $MARM / $MTOTAL; //armazenagem
$Mtemp[4] = $MDtemp * $MEXP / $MTOTAL; //expedição

$MObra[0] = $MD * $MREC / $MTOTAL; //recepção
$MObra[1] = $MD * $MSEC / $MTOTAL; //secagem
$MObra[2] = $MD * $MLIMP / $MTOTAL; //limpeza
$MObra[3] = $MD * $MARM / $MTOTAL; //armazenagem
$MObra[4] = $MD * $MEXP / $MTOTAL; //expedição

/*-----CALCULA ENERGIA ELETRICA-----*/

/* CONSULTA unidade na tabela com os parâmetros de energia */
$query = "SELECT *
        FROM sis_ENERGIA E
        WHERE E.id_unidade = ".$idUnidade;
$resultado = $conexao->consultaMsg($query, 'Erro da opera&ccedil;&aacute;o 7 no
BD.');
```

```

$parametro = mysql_fetch_array($resultado); //array com os parâmetros de energia

/* CONSULTA unidade na tabela de energia(potências) */
$query = "SELECT *
        FROM sis_UNI_POTENCIA UP
        WHERE UP.id_unidade = ".$idUnidade." ORDER BY id_potencia ASC";
$resultado = $conexao->consultaMsg($query, 'Erro da opera&ccedil;&aacute;o 8 no
BD.');
```

```

/* nº de linhas do array */
$tam_potencia = mysql_num_rows($resultado);

/* gera uma matriz bidimensional com todo o resultado da consulta */
$potencia = matriz($resultado);

$Valor_KWH = $parametro['valor_energia']; //valor do kWh
$Demanda = $parametro['demanda']; //demanda em kw consumida na
unidade
$Valor_demanda = $parametro['valor_demanda']; //valor da demanda
$Valor_icms = $parametro['icms']; //valor do icms
$Diesel_gerador = $parametro['diesel']; //quantidade de diesel consumida
para gerador elétrico
$Valor_diesel = $parametro['valor_diesel']; //valor do litro do diesel

//inicializa variáveis de consumo-kwh e custo de energia elétrica
for ($i = 0; $i < 6; ++$i) {

    $ConsKWh[$i] = 0; //consumo kwh para cada setor
}

for ($i = 0; $i < $tam_potencia; ++$i) {

    //Calcula a energia elétrica consumida para recepção
    if($potencia[$i][2] == 'REC') {

        $vazao = $paramSetor["capRec"]; //capacidade de recepção
        $TU = $QRec / ($vazao * 12); //tempo de utilização mensal em horas

        if($potencia[$i][4] == 'W') { //se for watts

            if($potencia[$i][3] == 'S') { //se for 'S', existe um valor
                especificado para horas/mês

                    //consumo em kwh
                    $ConsKWh[0] = $potencia[$i][5] * $potencia[$i][6]/1000 +
$ConsKWh[0];
                }

            else { //se for 'N', deve-se utilizar o tempo de utilização anual
                calculado

                    //consumo em kwh
                    $ConsKWh[0] = $potencia[$i][5] * $TU/1000 + $ConsKWh[0];
                }
            }
        }
    } //fecha if WATT
}

```

```

else { //caso contrário em cavalo-vapor
    if($potencia[$i][3] == 'S') { //se for 'S', existe um valor
especificado para horas/mês
        //consumo em kwh
        $ConsKWh[0] = $potencia[$i][5] * $potencia[$i][6] * 0.736 +
$ConsKWh[0];
    }
    else { //se for 'N', deve-se utilizar o tempo de utilização anual
calculado
        //consumo em kwh
        $ConsKWh[0] = $potencia[$i][5] * $TU * 0.736 + $ConsKWh[0];
    }
} //fecha else CV
} //fecha if RECEPÇÃO
else
//Calcula a energia eletrica consumida para secagem
if($potencia[$i][2] == 'SEC') {
    $TU = $paramSetor["horasFuncSec"]/12;; //tempo de utilização mensal
em horas para secagem
    if($potencia[$i][4] == 'W') { //se for watts
        if($potencia[$i][3] == 'S') { //se for 'S', existe um valor
especificado para horas/mês
            //consumo em kwh
            $ConsKWh[1] = $potencia[$i][5] * $potencia[$i][6]/1000 +
$ConsKWh[1];
        }
        else { //se for 'N', deve-se utilizar o tempo de utilização anual
calculado
            //consumo em kwh
            $ConsKWh[1] = $potencia[$i][5] * $TU/1000 + $ConsKWh[1];
        }
    } //fecha if WATT
    else { //caso contrário em cavalo-vapor
        if($potencia[$i][3] == 'S') { //se for 'S', existe um valor
especificado para horas/mês
            //consumo em kwh
            $ConsKWh[1] = $potencia[$i][5] * $potencia[$i][6] * 0.736 +
$ConsKWh[1];
        }
        else { //se for 'N', deve-se utilizar o tempo de utilização anual
calculado
            //consumo em kwh
            $ConsKWh[1] = $potencia[$i][5] * $TU * 0.736 + $ConsKWh[1];
        }
    }
} //fecha else CV
} //fecha if SECAGEM
else
//Calcula a energia eletrica consumida para Limpeza
if($potencia[$i][2] == 'LIMP') {

```

```

        $TU = $paramSetor["horasFuncLimp"]/12;; //tempo de utilização mensal
em horas para limpeza

        if($potencia[$i][4] == 'W') { //se for watts

                if($potencia[$i][3] == 'S') { //se for 'S', existe um valor
especificado para horas/mês

                        //consumo em kwh
                        $ConsKWh[2] = $potencia[$i][5] * $potencia[$i][6]/1000 +
$ConsKWh[2];
                }

                else { //se for 'N', deve-se utilizar o tempo de utilização anual
calculado

                        //consumo em kwh
                        $ConsKWh[2] = $potencia[$i][5] * $TU/1000 + $ConsKWh[2];
                }

        } //fecha if WATT

        else { //caso contrário em cavalo-vapor

                if($potencia[$i][3] == 'S') { //se for 'S', existe um valor
especificado para horas/mês

                        //consumo em kwh
                        $ConsKWh[2] = $potencia[$i][5] * $potencia[$i][6] * 0.736 +
$ConsKWh[2];
                }

                else { //se for 'N', deve-se utilizar o tempo de utilização anual
calculado

                        //consumo em kwh
                        $ConsKWh[2] = $potencia[$i][5] * $TU * 0.736 + $ConsKWh[2];
                }

        } //fecha else CV

} //fecha if LIMPEZA

else

//Calcula a energia elétrica consumida para armazenagem
if($potencia[$i][2] == 'ARM') {

        $TU = 450; //tempo de utilização mensal em horas para armazenagem

        if($potencia[$i][4] == 'W') { //se for watts

                if($potencia[$i][3] == 'S') { //se for 'S', existe um valor
especificado para horas/mês

                        //consumo em kwh
                        $ConsKWh[3] = $potencia[$i][5] * $potencia[$i][6]/1000 +
$ConsKWh[3];
                }

                else { //se for 'N', deve-se utilizar o tempo de utilização anual
calculado

                        //consumo em kwh
                        $ConsKWh[3] = $potencia[$i][5] * $TU/1000 + $ConsKWh[3];
                }

        } //fecha if WATT

        else { //caso contrário em cavalo-vapor

                if($potencia[$i][3] == 'S') { //se for 'S', existe um valor
especificado para horas/mês

                        //consumo em kwh

```

```

$ConsKWh[3];
        $ConsKWh[3] = $potencia[$i][5] * $potencia[$i][6] * 0.736 +
    }
    else { //se for 'N', deve-se utilizar o tempo de utilização anual
calculado
        //consumo em kwh
        $ConsKWh[3] = $potencia[$i][5] * $TU * 0.736 + $ConsKWh[3];
    }

} //fecha else CV
} //fecha if ARMAZENAGEM
else
//Calcula a energia eletrica consumida para expedição
if($potencia[$i][2] == 'EXP') {
    $vazao = $paramSetor["capExp"]; //capacidade de expedição
    $TU = $QRec / ($vazao * 12); //tempo de utilização mensal em horas
    if($potencia[$i][4] == 'W') { //se for watts
        if($potencia[$i][3] == 'S') { //se for 'S', existe um valor
especificado para horas/mês
            //consumo em kwh
            $ConsKWh[4] = $potencia[$i][5] * $potencia[$i][6]/1000 +
$ConsKWh[4];
        }
        else { //se for 'N', deve-se utilizar o tempo de utilização anual
calculado
            //consumo em kwh
            $ConsKWh[4] = $potencia[$i][5] * $TU/1000 + $ConsKWh[4];
        }
    } //fecha if WATT
    else { //caso contrário em cavalo-vapor
        if($potencia[$i][3] == 'S') { //se for 'S', existe um valor
especificado para horas/mês
            //consumo em kwh
            $ConsKWh[4] = $potencia[$i][5] * $potencia[$i][6] * 0.736 +
$ConsKWh[4];
        }
        else { //se for 'N', deve-se utilizar o tempo de utilização anual
calculado
            //consumo em kwh
            $ConsKWh[4] = $potencia[$i][5] * $TU * 0.736 + $ConsKWh[4];
        }
    }
} //fecha else CV
} //fecha if EXPEDIÇÃO
else
//Calcula a energia eletrica consumida para geral
if($potencia[$i][2] == 'GERAL') {
    if($potencia[$i][4] == 'W') { //se for WATT
        if($potencia[$i][3] == 'S') { //se for 'S', existe um valor
especificado para horas/mês
            //consumo em kwh

```

```

$ConsKWh[5];
        $ConsKWh[5] = $potencia[$i][5] * $potencia[$i][6]/1000 +
    }
} //fecha if WATT
else { //caso contrário em cavalo-vapor
    if($potencia[$i][3] == 'S') { //se for 'S', existe um valor
especificado para horas/mês
        //consumo em kwh
        $ConsKWh[5] = $potencia[$i][5] * $potencia[$i][6] * 0.736 +
$ConsKWh[5];
    }
} //fecha else CV
} //fecha if GERAL
}
//consumo total
$ConsumoTotal = 0;
for ($i = 0; $i < 5; ++$i) {
    $ConsumoTotal += $ConsKWh[$i];
}
//custo geral total para rateio
$CEL[5] = $Demanda * $Valor_demanda + $ConsKWh[5] * $Valor_KWH;
//calcula energia elétrica
for ($i = 0; $i < 5; ++$i) {
    //custo de energia elétrica para cada setor
    $CEL[$i] = ($ConsKWh[$i] * $Valor_KWH) + $CEL[5] * $ConsKWh[$i] /
$ConsumoTotal;
    //custo da energia elétrica + icms
    $CEL[$i] = $CEL[$i] * (1 + $valor_icms * 0.01);
    //custo anual da energia elétrica
    $CEL[$i] = $CEL[$i] * 12;
    //custo da energia elétrica + gerador elétrico
    $CEL[$i] = $CEL[$i] + ($Diesel_gerador * $Valor_diesel) * ($ConsKWh[$i] /
$ConsumoTotal);
}
}
/* -----CALCULO DO CUSTO POR TONELADA DE PRODUTO-----
----- */
/** custo GERAL rateado */
//custo GERAL
$CGeral = 0;
while($dados = mysql_fetch_array($resultadoDados)) {
    // Unidade = 1 - R$/mes / 2 - R$/ano
    if($dados["unidade"] == 1)
        $CGeral = $CGeral + $dados["valor"] * 12;
    else
        $CGeral = $CGeral + $dados["valor"];
}
}
$CVA[5] = $CEL[5] + $CRM[5] + $CGeral;
$CFA[5] = $D[5] + $IAS[5] + $Juros[5];
$CTA[5] = $CVA[5] + $CFA[5];
$CTT[5] = $CTA[5] / (5 * $QRec); // rateio para os setores
$CTT[5] = $CTT[5] * $markup;
/** ----- */
/** custo por tonelada para RECEPÇÃO */
$CVA[0] = $CEL[0] + $MObra[0] + $CRM[0]; //custo variável anual
$CFA[0] = $D[0] + $IAS[0] + $Juros[0]; //custo fixo anual
$CTA[0] = $CVA[0] + $CFA[0]; //custo total anual

```

```

$CTT[0] = ($CTA[0] / $QRec) + $CTT[5] ;           //custo total por tonelada
$CTT[0] = $CTT[0] * $markup;
/** ----- */

/** custo por tonelada para SECAGEM */
if($produto["temSecagem"]) {

    $CapTrans = $paramSetor["capTranSec"]; //capacidade do sistema de transporte
do secador

    $CNS = $paramSetor["capNomSec"]; //capacidade nominal de secagem
    $TU = $paramSetor["horasFuncSec"]; //tempo de utilização do sistema de
secagem

    for ($i = 15; $i <= 28; ++$i) {

        $Ui = $i; //umidade inicial do produto

        for ($j = 13; $j <= 16; ++$j) {

            $Uf = $j; //umidade final do produto
            $Del3 = ($Ui * 0.01) * ($Ui * 0.01) * ($Ui * 0.01);
            $Del2 = ($Ui * 0.01) * ($Ui * 0.01);
            $Del1 = ($Ui * 0.01);

            //calculo do fator de umidade
            if ($Uf == 13) { //para umidade final de 13%

                if($Ui <= 21) {

                    $fu = -8055.55 * $Del3 + 4721.43 * $Del2 - 932.08 *
$Del1 + 62.76;

                }

                else {

                    $fu = -227.27 * $Del3 + 199.78 * $Del2 - 60.98 * $Del1 +
6.75;

                }

            }

            else if ($Uf == 14) { //para 14% de umidade final

                $fu = -1042.48 * $Del3 + 809.39 * $Del2 - 212.92 * $Del1 +
19.42;

            }

            else if ($Uf == 15) { //para 15 % de umidade final

                $fu = -1272.34 * $Del3 + 999.01 * $Del2 - 265.50 * $Del1 +
24.35;

            }

            else if ($Uf == 16) { //para 16% de umidade final

                $fu = -1722.99 * $Del3 + 1352.97 * $Del2 - 359.15 * $Del1 +
32.73;

            }

            $ces = $CNS * $fu * $produto["fatorSecagem"]; //capacidade real
estática de secagem

            if ($ces > $CapTrans) { //verificar esse fator de capacidade

                $ces = $CapTrans;

            }

            /* tipo do secador

            * 1: sem reaproveitamento
            * 2: com reaproveitamento

```

```

* 3: reaproveitamento duplo

*/
$tipo_secador = $paramSetor["tipoSec"];

//consumo de energia para secagem

if ($tipo_secador == 1) { //sem reaproveitamento
    $Cec = 4220; //consumo especifico de energia kJ/kg de água
evaporada
}
else
if ($tipo_secador == 2) { //com reaproveitamento de ar de resf.
    $Cec = 3810; //em kJ/kg de água evaporada
}
else
if ($tipo_secador == 3) { //com reaproveitamento duplo de ar
    $Cec = (3810 * 3810) / 4220; //em =kJ/kg de água evaporada
}

$q = $CNS * (18 - $UF) / (100 - 18); //capacidade de retirada de
água, kg de água/hora
$cc = $q * $Cec * 1000; //consumo de energia em
kJ/hora

if($combustivel == 1) { //se for lenha
    $Valor_lenha = $parametro['valor_lenha']; //valor da lenha em
R$/m3
    $pci = 12500; //poder
calorífico da lenha kJ/kg
    $pl = $Valor_lenha / 0.45; //preço da
lenha em ton
    $cl = $cc / $pci; //consumo de
lenha em KG/h
    $CLen = ($cl * $pl / 1000) * $produto["fatorTemp"] * $TU;
//custo da lenha (R$/ano)
}
else
if($combustivel == 2) { //se for gás GLP
    $Valor_glp = $parametro['valor_GLP']; //valor da glp em
R$/kg
    $pci = 46057; //poder
calorífico do glp kJ/kg
    $cl = $cc / $pci; //consumo de GLP
em Kg/h
    $CLen = ($cl * $Valor_glp) * $produto["fatorTemp"] * $TU;
//custo com glp (R$/ano)
}
else
if($combustivel == 3) { //se for gás
natural
    $Valor_natural = $parametro['valor_natural']; //valor do gás
natural em R$/m3
    $pci = 39357; //poder
calorífico do gás natural kJ/m3
    $cl = $cc / $pci; //consumo de
gás natural em m3/h
    $CLen = ($cl * $Valor_natural) * $produto["fatorTemp"] * $TU;
//custo com gas natural (R$/ano)
}
else

```



```

/** custo por tonelada para ARMAZENAGEM */

// -----> Cálculo do expurgo

// Custo por tonelada para a fosfina a cada aplicação
$custoFosfina = $paramSetor["custoFosf"] * $paramSetor["dosagemFosf"] /
$produto["massaProduto"];

// Custo por tonelada da fosfina por quinzena
$CExpurgo = $custoFosfina * $produto["expurgoProduto"] / 24;

// -----> Cálculo da pulverização

// ORGANOFOSFORADO
$valorOrg = $paramSetor["dosagemTonOrg"] * $paramSetor["custoOrg"] / 1000; // Reais
por ton
$valorOrg = $valorOrg * $produto["orgProduto"]; // Reais por toneladada por ano
$valorOrg = $valorOrg * $paramGeral["indRotatividade"] / (24 *
$paramGeral["indOcupacao"]); // Custo por quinzena

// PIRETRÓIDE
$valorPire = $paramSetor["dosagemTonPire"] * $paramSetor["custoPire"] / 1000; //
Reais por ton
$valorPire = $valorPire * $produto["pireProduto"]; // Reais por toneladada por
ano
$valorPire = $valorPire * $paramGeral["indRotatividade"] / (24 *
$paramGeral["indOcupacao"]); // Custo por quinzena

// Custo da pulverização
$custoPulv = $valorOrg + $valorPire;

// -----> Cálculo da termonebulização

$quantVolume = $paramGeral["capEstatica"] / 750; // Quantidade de 1000 m3
$custo = $quantVolume * $paramSetor["dosagemTermo"] / 1000 *
$paramSetor["custoTermo"];
$custoTermo = $custo * $paramSetor["numTermo"]; // Custo anual de termonebulização

$fm = $produto["massaProduto"] / 750;

$CVA[3] = $CEL[3] + $MObra[3] + $CRM[3] + $custoTermo;
$CFA[3] = $D[3] + $IAS[3] + $Juros[3];
$CTA[3] = $CVA[3] + $CFA[3] + $CTT[5];
$CTT[3] = $CTA[3] / (24 * $QArm * $fm) + $CExpurgo + $custoPulv; // + $CTT[5] ;
$CTT[3] = $CTT[3] * $markup;
/** ----- */
    /** ----- */

/** custo por tonelada para EXPEDIÇÃO */
$CVA[4] = $CEL[4] + $MObra[4] + $CRM[4];
$CFA[4] = $D[4] + $IAS[4] + $Juros[4];
$CTA[4] = $CVA[4] + $CFA[4];
$CTT[4] = $CTA[4] / $QRec + $CTT[5];
$CTT[4] = $CTT[4] * $markup;
/** ----- */

/***** INSCRIÇÃO DOS CUSTOS NO BD
*****/

// Inseere dados de recepção
$query = "INSERT INTO sis_CUSTOS_REC
VALUES (NULL, ".$idUnidade.", ".$idProduto.", ".$CTT[0].", 0,
CURDATE(), CURTIME())";
$resultado = $conexao->consultaMsg($query, 'Erro da opera&ccedil;aaacute;o 9 no
BD. ');

// Inseere dados de armazenagem
$query = "INSERT INTO sis_CUSTOS_ARM
VALUES (NULL, ".$idUnidade.", ".$idProduto.", ".$CTT[3].", 0, 0,
CURDATE(), CURTIME())";
$resultado = $conexao->consultaMsg($query, 'Erro da opera&ccedil;aaacute;o 10 no
BD. ');

```

```

// Insere dados de expedição
$query = "INSERT INTO sis_CUSTOS_EXP
VALUES (NULL, ".$idUnidade.", ".$idProduto.", ".$CTT[4].", 0,
CURDATE(), CURTIME());
$resultado = $conexao->consultaMsg($query, 'Erro da opera&ccedil;&acute;o 11 no
BD.');
```

```

// Insere dados de secagem
if($produto["temSecagem"]) {
for ($i = 15; $i <= 28; ++$i) {

$query = "INSERT INTO sis_CUSTOS_SEC
VALUES (NULL, ".$idUnidade.", ".$idProduto.",
".$combustivel.",
".$i.", ".$CTT_Sec[$i][13].",
".$CTT_Sec[$i][14].", ".$CTT_Sec[$i][15].",
".$CTT_Sec[$i][16].", CURDATE(), CURTIME());
$resultado = $conexao->consultaMsg($query, 'Erro da
opera&ccedil;&acute;o 12 no BD.');
```

```

}
}

// Insere dados de limpeza
if($produto["temLimpeza"]) {
for ($i = 15; $i <= 28; ++$i) {

$query = "INSERT INTO sis_CUSTOS_LIMP
VALUES (NULL, ".$idUnidade.", ".$idProduto.", ".$i.",
".$CTT_Limp[$i][3].", ".$CTT_Limp[$i][4].",
".$CTT_Limp[$i][5].",
".$CTT_Limp[$i][6].", CURDATE(), CURTIME());
$resultado = $conexao->consultaMsg($query, 'Erro da
opera&ccedil;&acute;o 13 no BD.');
```

```

}
}

/*****
**/

//finaliza conexão
$conexao->finalizaConexao();

}
?>
```