

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**Estudo Preliminar de Dispositivo de Quebra e
Caracterização dos Parâmetros
Físicos do Coco Babaçu**

Autor: **Maria José Fernandes Porto**
Orientador: **Dr. Waldemir Silva de Lima**
Co-orientador: **Dr Kamal A. R. Ismail**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA – MESTRADO
PROFISSIONAL
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE
INDUSTRIAL**

Estudo Preliminar de Dispositivo de Quebra e Caracterização dos Parâmetros Físicos do Coco Babaçu

Autor: Maria José Fernandes Porto
Orientador: Dr. Waldemir Silva de Lima
Co-orientador: Dr Kamal A. R. Ismail

Curso: **Engenharia Mecânica**
Área de Concentração: **Instrumentação e Controle Industrial**

Dissertação de mestrado profissional apresentado à comissão de pós-graduação da faculdade de engenharia mecânica, como requisito para a obtenção de título de mestre em Engenharia Mecânica.

São Luís, 2004
MA. – Brasil

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

Dissertação de Mestrado Profissional

Estudo Preliminar de Dispositivo de Quebra e Caracterização dos Parâmetros Físicos do Coco Babaçu

**Autor: Maria José Fernandes Porto
Orientador: Dr. Waldemir Silva de Lima
Co-orientador: Dr. Kamal A. R. Ismail**

**Prof. Dr. Waldemir Silva de Lima, Presidente
Universidade Estadual do Maranhão**

**Prof. Dr. Kamal A. R. Ismail
Universidade Estadual de Campinas**

**Prof. Dr. Valdemar Silva Leal
Universidade Estadual do Maranhão**

São Luís, 06 de fevereiro de 2004

Porto, Maria José Fernandes.

Estudo Preliminar de Dispositivo de Quebra e
Caracterização dos Parâmetros Físicos do Coco Babaçu /
Maria José Fernandes Porto – Campinas SP: [s.n], 2004.

75. p. il.

Orientador: Waldemir Silva de Lima

Dissertação (Mestrado Profissional) Universidade
Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Processo de Automação 2. Extração de Amêndoas.
I – Lima, Waldemir Silva de Lima. II – Universidade
Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.
III – Título.

Dedicatória:

Dedico esse trabalho em primeiro lugar a Deus, que com poder infinito deu-me forças para continuar nesta caminhada. Ao meu esposo, José Piagoi Porto, as minhas filhas, Aline, Polliana e Ana, irmãos sobrinhos e aos amigos, e em especial ao meu orientador Prof. Dr. Waldemir e meu co-orientador Prof. Dr. Kamal, pelo apoio e compreensão dada durante toda essa jornada.

Agradecimentos

Esse trabalho não poderia ser concluído sem ajuda de Deus e diversas pessoas as quais presto minha homenagem:

Aos meus familiares que acreditaram nesse sonho. Em especial a meu marido, José Piagoi Porto, e minhas filhas, Aline, Polliana e Ana, as quais são fonte de inspiração dos meus sonhos.

Ao professor Doutor Waldemir Silva de Lima, pela orientação, paciência, amizade e dedicação, fatores fundamentais para a concretização deste trabalho.

A Universidade Estadual do Maranhão na pessoa do Reitor Prof. MsC. Waldir Maranhão Cardoso, pelo apoio na conclusão deste trabalho.

Aos meus colegas funcionários e professores do Curso de Ciências, Departamentos de Física, Química e Biologia que direta ou indiretamente me ajudaram, em especial ao prof. Paulo Sérgio, ao prof. Juca e prof. Luiz Gonsaga meu muito obrigado pela força, incentivo e ajuda no término deste trabalho.

Ao Flávio Medeiros, meu muito obrigado pela ajuda na digitação e normatização deste trabalho.

Enfim, a todos as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, aos amigos, professores da UNICAMP, em particular o meu co-orientador Prof. Dr Kamal o meu muito obrigado! E que Deus abençoe a todos.

Meus sinceros Agradecimentos.

*“O presente existe apenas ‘**in natura**’, as coisas passadas existem unicamente na memória, mas as que estão por vir não existem mesmo, pois o futuro nada mais é do que uma figuração de mente resultante da aplicação de ações passadas nas presentes.”*

T. Hobbes

Resumo

PORTO, Maria José Fernandes. *Estudo Preliminar de Dispositivo de Quebra e Caracterização dos Parâmetros Físicos do Coco Babaçu*. Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2004. 60 p. Trabalho Final de Mestrado Profissional

Neste trabalho procurou-se desenvolver um estudo detalhado sobre os parâmetros mais relevantes no processo de automação para extração da amêndoa das principais espécies do coco babaçu. (*Orbignya phalerata*, Martins), como principal espécie vegetal, sua importância e Beneficiamento no Estado do Maranhão. Foi medida a variação da densidade, verificou-se o número de amêndoas por fruto, comparando se percentualmente a sua massa em relação a massa total. Testes de laboratório foram feitos para determinar o teor de umidade, diâmetro do coco, diâmetro das amêndoas, bem como testes para verificar a força de impacto necessária para quebrar o coco. Os resultados obtidos foram plotados, analisados e comparados com resultados numéricos experimentais (contido na tese), obtendo uma boa concordância.

Palavras Chave:

Babaçu, Umidade, Deformação, Biomassa, Amendôas

Abstract

PORTO, Maria José Fernandes. *Preliminary survey of Device of Break and Characterization of Coco Babassu's Physical Parameters*. Campinas, University of Mechanical Engineering, State University of Campinas, 2004. 60 p. Final work of Professional Master's degree

In this work it tried to develop a detailed study on the most relevant parameters in the automation process for extraction of the almond of the main species of the coconut babassu. (*Orbignya phalerata*, Martins), as main vegetable species, his/her importance and Improvement in the State of Maranhão. The variation of the density was measured, it was verified number him/it of almonds for fruit, being compared percentualmente his/her mass in relation to total mass. Laboratory tests were made to determine the humidity tenor, diameter of the coconut, diameter of the almonds, as well as you test to verify the necessary impact force to break the coconut. The obtained results were plotados, analyzed and compared with experimental numeric results (contained in the theory), obtaining a good agreement.

Words Key:

Babassu, Humidity, Deformation, Biomass, Almonds

Índice

| | |
|--|------|
| Dedicatória | v |
| Agradecimento | vi |
| Resumo | viii |
| Abstract | ix |
| Lista de Figuras | xii |
| Lista de Tabelas | xiii |
| Nomeclaturas | xiv |
| | |
| Capítulo 1 | 1 |
| Introdução | 1 |
| 1.2 Objetivos | 5 |
| 1.2.1 Geral..... | 5 |
| 1.2.2 Específicos..... | 5 |
| | |
| Capítulo 2 | 6 |
| Revisão da Literatura | 6 |
| 2.1 Um pouco da história do aproveitamento integral do babaçu | 6 |
| 2.2 As principais espécies de palmácea do Maranhão | 7 |
| 2.2.1 Babaçu (<i>Orbignya phalerata</i> Martins)..... | 7 |
| 2.3 Fatores que dificultaram a extração de amêndoas do babaçu | 13 |
| 2.4 Estratégias de abastecimento de matéria-prima | 22 |
| 2.5 Produção Primária | 23 |
| | |
| Capítulo 3 | 30 |
| Material e Método | 30 |

| | |
|---|----|
| 3.1 Amostragem | 30 |
| 3.2 Método Utilizado | 31 |
| 3.3 Procedimento para a Determinação da Umidade | 31 |
| 3.3.1 Análise da umidade | 31 |
| 3.3.2 Processo de secagem do coco..... | 32 |
| 3.3.3 Cálculo da perda de umidade do coco babaçu..... | 33 |
| 3.4 O procedimento para medir o diâmetro do coco e das amêndoas | 34 |
| 3.5 Procedimento para mostrar a deformação do coco antes da quebra | 34 |
| 3.5.1 Pressão de trabalho: modelo da força média de impacto | 34 |
| Capítulo 4 | 38 |
| Resultados e Discussão | 38 |
| 4.1 Cálculo da perda de umidade do coco babaçu | 38 |
| | |
| CAPÍTULO 5 | 46 |
| 5.1 Conclusão | 46 |
| | |
| Referencias Bibliográfica | 48 |
| Anexos | 53 |

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 2.1: Quebradeira de coco babaçu extraíndo amêndoas..... | 9 |
| Figura 2.2: Tamanho e composição média de frutos do babaçu colhidos no Estado do Maranhão..... | 10 |
| Figura 2.3: Cortes: transversal (a), longitudinal (b), do coco babaçu. Componentes: epicarpo (a), mesocarpo(b), endocarpo (c), amêndoas (d)..... | 11 |
| Figura 2.4: Produtos da industrialização do coco babaçu..... | 19 |
| Figura 2.5: Diagrama esquemática do fluxo de matéria-prima e produtos na tecnologia PSQ (segundo Mendes e Carioca, 1981)..... | 21 |
| Figura 2.6: Palmeiras de Babaçu..... | 25 |
| Figura 2.7: Quebrador de coco do babaçu utilizado na fábrica da empresa Companhia Industrial Técnica (CIT), no município de Bacabal – MA..... | 27 |
| Figura 2.8: Máquina de descascar e quebrar coco instalada no município de Itapecurú-Mirim..... | 28 |
| Figura 2.9: Forno utilizado na fabricação do carvão de coco babaçu..... | 29 |
| Figura 3.1: Curva característica de secagem para materiais porosos, Rosen (1983)..... | 32 |
| Figura 3.2: Paquímetro usado na medida do diâmetro coco babaçu..... | 33 |
| Figura 3.3: Dispositivo utilizado para medir a força de impacto..... | 35 |
| Figura 4.1: Variação da umidade do coco com tempo no processo de secagem..... | 39 |
| Figura 4.2: Variação da umidade do coco com tempo no processo de secagem..... | 41 |
| Figura 4.3: Variação da umidade do coco com tempo no processo de secagem..... | 41 |
| Figura 4.4: Variação da umidade do coco com tempo no processo de secagem..... | 42 |
| Figura 4.5: Força de impacto em função do diâmetro do coco e da altura..... | 43 |
| Figura 4.6: Deformação do diâmetro do coco em função da altura..... | 44 |
| Figura 4.7: Força de impacto em função do diâmetro do coco e da altura..... | 45 |

Lista de Tabelas

| | |
|---|----|
| TABELA 2.1: Principais características obtidas nos ensaios realizados com o epicarpo do coco babaçu..... | 14 |
| TABELA 2.2: Principais características obtidas nos ensaios realizados com o mesocarpo do coco babaçu..... | 15 |
| TABELA 2.3: Composição da Farinha de Babaçu (PEIXOTO,1973)..... | 15 |
| TABELA 2.4: Características obtidas nos ensaios realizados com o endocarpo do babaçu..... | 16 |
| TABELA 2.5: Composição química e algumas características do óleo de coco babaçu. Composição dado em percentual..... | 16 |
| TABELA 2.6: Composição química em ácidos graxos por cromatografia gasosa e capilar..... | 17 |
| TABELA 2.7: Característica e Níveis de Garantia..... | 17 |
| TABELA 2.8: Característica de óleos láuricos selecionados..... | 18 |
| TABELA 2.9: Equivalência de consumo..... | 22 |
| TABELA 2.10: Características das espécies de babaçu encontradas no Maranhão..... | 24 |
| TABELA 2.11: Mapeamento da ocorrência e produção de babaçuais no Brasil (1980)..... | 24 |
| TABELA 2.12: Área, produtividade e produção de babaçuais no Estado do Maranhão..... | 26 |
| TABELA 4.1: Média das amostra em processo de secagem..... | 39 |
| TABELA 4.2: Características Dimensionais da Amêndoa do Coco Babaçu..... | 42 |
| TABELA 4.3: Deformação do diâmetro do coco em função da altura..... | 43 |
| TABELA 4.4: Deformação do diâmetro do coco em função da altura..... | 44 |
| TABELA 4.5: Deformação do diâmetro do coco em função da altura..... | 45 |

Abreviaturas

AGRIMA – Associação de Agricultores Monte Alegre

AMTR – Associação das Mulheres Trabalhadoras Rurais

CIT – Companhia Industrial Técnica

COENAT – Companhia de Pesquisa e Aproveitamento de Recursos Naturais

COSIPAR – Companhia Siderúrgica do Pará

EMAPA – Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FERGUMAR – Ferro Gusa do Maranhão

FTI – Fundação de Tecnologia Industrial

IBDF – Instituto Brasileiro de Defesa Florestal

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INEB – Instituto Estadual do Babaçu

MIC – Ministério da Indústria e do Comércio

MIQCB – Movimento Interestadual das Quebradeiras de Coco Babaçu

PENSA – Programa de Estudos dos Negócios do Sistema Agroindustrial

PSQ – Pelagem, Separação e Quebra

STI – Secretaria de Tecnologia Industrial

SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

UEMA – Universidade Estadual do Maranhão

Capítulo 1

Introdução

O babaçu (*Orbygnia phalerata*, Martins) é uma palmácea encontrada com grande intensidade nos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Mato Grosso, sendo que o Maranhão possui a maior concentração de babaçuais do país, distribuída de forma descontínua cobrindo cerca de 10 milhões de hectares com características marcantes de vegetação de influência antrópica. Ocorre de maneira diversa, podendo apresentar-se em grandes formações contínuas, caracterizando uma eco-região denominada de cocais. A influência do Estado sobre a planta não a fez diferente ao longo dos anos, e também, dela não extraía o máximo possível e viável,’’ porém a capacidade de oferta de babaçu no Maranhão, matéria-prima para a produção de óleos comestível e láurico, foi responsável pela instalação de várias empresas, no Estado, interessadas no seu processamento.

A importância dessa palmácea, está citada em inúmeros tratados técnicos e sócio-econômicos. Embora as imensas áreas de ocorrência de babaçu no Estado do Maranhão tenham passando por gradativo processo de devastação, elas ainda aí estão, à espera daqueles que escolheram o babaçu, como instrumento quer de sobrevivência, de estudo, ou mesmo de exploração das suas potencialidades já definidas, incansavelmente. MAY (1990).

Apesar de sua exploração está baseada em um extrativismo primário. O babaçu desempenhou até meados da década de 80, importante papel na economia do Estado do Maranhão, como base da sustentação de um Parque Industrial de extração de óleo vegetal, instalado exclusivamente para processar as amêndoas oleaginosas extraídas do seu fruto. Com avanço da produção de soja no Brasil em base extremamente competitivas, iniciou um processo de migração de demanda por óleos comestíveis extraído dessa. Com uma demanda residual no mercado de óleos comestíveis, restou a

indústria de óleo maranhense, o mercado de óleo laurico. No entanto, este mercado reduziu-se em pouco tempo. O processo de abertura da economia brasileira iniciado na década de 90, resultou na dedução da alíquota de importação deste óleo. Produtos oriundos do sudeste asiático, com preços extremamente competitivos, iniciaram uma forte concorrência no mercado brasileiro, restringindo ainda mais a demanda por óleos do babaçu.

O resultado deste processo foi a falência de várias esmagadoras, com a redução significativa do parque industrial de óleos maranhenses.

Enquanto a estrutura industrial se alterou significativamente nas duas últimas décadas, a estrutura de produção do babaçu continuou fundamentada no sistema extrativista de coleta e quebra do coco.

Apesar dos esforços investidos durante muitos anos para mecanizar o processo de extração das amêndoas de coco babaçu, ainda continua o sistema de extração manual por mulheres e crianças, utilizando como instrumento principal, o machado, cujo trabalho é realizado por famílias rurais de baixa renda, que encontram nessa atividade um complemento à sua renda. A operação de quebra manual é morosa e exaustiva, onde cada quebradeira produz em média 5 kg de amêndoas por dia de trabalho, o que equivale a um preço médio de R\$ 1,50/Kg, que proporciona uma renda média de R\$ 7,50 dia.

O sistema tradicional de exploração do coco babaçu através da quebra manual, têm sido responsável pela baixa taxa de aproveitamento do potencial de coco existente, assim como pela diminuição da oferta de amêndoas às indústrias esmagadoras. Neste sistema, além do baixo rendimento da mão-de-obra, apenas as amêndoas que correspondem à 7% do peso do coco são aproveitadas, ficando no campo como resíduos, 93% restantes, material esse de onde poderiam ser extraídos o mesocarpo rico em amido e o endocarpo que pode ser transformado em carvão de alto poder calorífico. ZYLBERSZTAJN (2000).

O aproveitamento integral do coco babaçu foi proposto como alternativa para resolver tais problemas, entretanto, as tentativas até hoje empreendidas não tiveram o êxito esperado, por terem sido idealizados sob modelos de grandes unidades industriais, implicando em excessivos custos de transportes da matéria-prima e não contemplava o grande contingente de quebradeiras de coco

babaçu, importante fonte para complementação de renda familiar. FRAZÃO, (2001).

As cascas do babaçu que são convertidas em carvão pelas famílias que exploram o babaçu, constituem na principal fonte de combustível utilizada na preparação dos alimentos. As folhas do babaçu, por sua vez, fornecem fibras para a confecção de cestos, e palhas, para a cobertura de habitações, o caule produz palmito que, juntamente com resíduos de coco e palmas, é utilizado como ração animal. A importância destas últimas formas de subsídio da natureza, aumenta em áreas onde o acesso a outros recursos é restrito, os termos de troca para produtos agrícolas são desiguais, os salários são baixos e as oportunidades de emprego são limitadas. Se não fosse o babaçu, “as famílias sem-terra”, seriam mais vulneráveis à perda de colheitas e outras formas de privação que tornam sua permanência na agricultura cada vez mais fácil.

Além de sua relevância para as famílias camponesas, o babaçu fornece matéria-prima para a indústria regional de óleo e torta.

Com a decadência do Parque Industrial, as quebradeiras de coco estão sendo ameaçadas pelo baixos preços, imposto pelo mercado e em muitas regiões do estado, essa atividade vem perdendo a importância econômica como geradora de empregos e renda, tornando-se apenas uma atividade de subsistência para a extração de óleos e produção de carvão para consumo doméstico.

Analisando esses problemas, sentimos a necessidade de buscar uma solução para a preservação dos babaçuais que não cause prejuízo aos camponeses; trata-se de tecnologia inovadora para o aproveitamento integral do babaçu a nível industrial de vários subsídios, como o carvão, alcatrão e amido.

Se por um lado os novos mercados fortaleceram a razão econômica para a retenção dos babaçuais, o processamento mecânico do coco integral provavelmente empregará um número muito menor de pessoas do que a indústria caseira, MALTAR, (1979). E poderá também reduzir a disponibilidade dos produtos de subsistência obtidos da palmeira. A comercialização do coco integral já acarretou mudanças nos arranjos através dos quais os camponeses conseguem acesso aos babaçuais para coleta, bem como na proporção relativa da renda proveniente dos produtos do babaçu que é apropriada por eles.

Apesar de toda a luta e sacrifício que essas quebradeiras de coco têm para extrair as amêndoas do babaçu. Elas, não querem parar e lutaram para se organizarem, assegurando-lhes assim o direito de extrair o babaçu.

O processo rudimentar de extração de amêndoas por elas utilizado permite obter outros subprodutos, além da torta ou do farelo, o que tem contribuído para aumentar a segurança financeira da indústria.

Desde 1920, quando a amêndoa do babaçu pela primeira vez entrou no mercado mundial de forma sistemática, não têm faltado esforços para construir um equipamento para a quebra mecânica do babaçu. Até hoje, nenhum deles foi bem sucedido, por razões técnicas, administrativa ou financeira. O principal entrave tecnológico do processamento integral do babaçu.

Além de sua relevância para as famílias camponesas, o babaçu fornece matéria-prima para a indústria regional de óleo e torta, localizadas dentro da zona de ocorrência do babaçu ou em suas proximidades. Como as indústrias de óleo são verticalmente integradas à produção de amêndoas, o abastecimento de matéria-prima pode ser ameaçado por mudanças nas condições rurais que escapam ao controle da indústria.

Analisando todos esses problemas, vários pesquisadores, vem tentando buscar uma solução para preservação dos babaçuais que não cause prejuízos aos camponeses: trata-se de tecnologia inovadora para aproveitamento integral do babaçu. Temos a exemplo disso o projeto “Quebra coco: alternativas econômicas para a agricultura voltadas para famílias assentadas em áreas de Ecossistemas de babaçuais”, no município de Itapecuru-Mirim, que pode a médio e longo prazo, contribuir para a conservação dos babaçuais da diversidade biológica associada a eles e dos ecossistemas regionais. Esta conservação pode tornar-se um exemplo a ser seguido por outras regiões maranhense onde as iniciativas de aproveitamento integral do fruto do babaçu não avançaram e vivem até hoje sob a estigma do desestímulo. Calcula-se que menos de 20% da produção dos frutos nos Estado do Maranhão são aproveitados. Destes, somente a amêndoa e o endocarpo são utilizados, desperdiçando-se uma considerável quantidade dos outros componentes, que somados ao desperdício de matéria-prima representado pelo fruto não coletado e não processado, totalizam uma fabulosa quantidade de biomassa não utilizada, decompondo-se à sombra dos babaçuais.

O principal objetivo do presente trabalho é fazer um estudo preliminar de um dispositivo para extração da amêndoa de coco babaçu.

Este estudo vai oferecer potencial para o aproveitamento integral do babaçu a nível industrial e de apoio às quebradeiras de coco, facilitando o seu exaustivo e árduo trabalho manual.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Efetuar um estudo, para fornecer os principais parâmetros para um sistema automático contínuo de sustentação à atividade extrativa do coco babaçu, através do aproveitamento integral em pequenas unidades de processamento, garantindo a ocupação e geração de renda para quebradeiras de coco do Estado do Maranhão.

1.2.2 Específicos

1. Estabelecer possibilidades de quebra do coco sem a quebra das amêndoas.
2. Aumentar a renda e as condições de trabalho das famílias que se dedicam à atividade extrativa do coco babaçu.
3. Construir um sistema que seja flexível, para atender à variabilidade de tamanho e forma do fruto.
4. Determinar os parâmetros relevantes para a quebra do coco babaçu por processo automatizado.
5. Discutir possibilidades de quebra do coco sem a quebra das amêndoas.
6. Desenvolver uma técnica para aumentar a eficiência do processo de extração das amêndoas do coco.

Capítulo 2

Revisão da Literatura

O babaçu (*Orbygnia phalerata*, Martins), cobre cerca de 37% do território maranhense, que corresponde cerca de 10 milhões de hectare, com características marcante. Os babaçuais cobrem uma extensa área, principalmente nos estados do Maranhão, Piauí, Goiás e Mato Grosso. Ocorre de maneira diversa, podendo apresentar-se em grande formação contínua, caracterizando uma eco-região denominada de cocais, em grupos densos espaçados em áreas não sujeitas ao alagamento como na eco-região da Baixada Ocidental Maranhense, assim como em galerias ao longo dos cursos d'água ou em depressões entre as elevações como na eco-região dos cerrados.

A importância desta palmácea esta definida em inúmeros tratados técnicos e sócio-econômicos. As imensas áreas de ocorrência do babaçu, no Estado do Maranhão, embora passando por gradativo processo de devastação, ainda estão, a espera daqueles que escolheram o babaçu, como instrumento de sobrevivência, de estudos ou mesmo de exploração econômica das potencialidades, já definidas incansavelmente. Trabalhos de pesquisas foram desenvolvidos e resultados foram alcançados com sucesso, contribuindo assim para melhor conhecer o nosso babaçu. MAY, (1990).

2.1 Um pouco da história do aproveitamento integral do babaçu

Desde a década de 50 agentes de poder público e de setor privado tem tentado buscar uma solução para aprimorar o processo de industrialização do babaçu.

A dificuldade em quebrar o coco levou dezenas de pesquisadores e empreendedores a realizar investimentos significativos na mecanização deste processo, até hoje realizado manualmente. Parte

significativa deste investimento foi realizado na década de 70, quando a crise do petróleo ampliou o interesse pelo aproveitamento energético do babaçu, motivando uma corrida de investimentos de capitais nacionais e estrangeiros para empreendimentos que buscavam o aproveitamento integral do fruto.

Esses esforços resultaram na produção de mais de uma centena de patentes de tecnologia de processamento do coco na época, sem que fossem obtidos resultados financeiramente compensadores. O foco na industrialização do coco foi o motivo da falência dos projetos instalados na zona babaçueira (Maranhão, Piauí e Tocantins) até o final daquele período.

Os resultados dos trabalhos de pesquisa, neste grupo indicaram que o complexo babaçu é composto de duas espécies principais, *Orbignya phalerata* Martins e *Orbignya oleifera* Burret, ambas com fortes tendência a hibridizar com outras espécies. A palmeira, *Orbignya phalerata* Martins, Apresenta-se como espécie vegetal nativa mais importante do Maranhão. Esta palmácea com uma área mapeada de 100.000 Km² é uma espécie de elevada importância social e econômica. Na qualidade de produtos extrativos, envolvendo mais de 1.000.000 pessoas ligadas direta ou indiretamente ligadas à atividades de coleta e quebra dos frutos.

2.2 As principais espécies de palmácea do Maranhão.

2.2.1 Babaçu (*Orbignya phalerata* Martins)

A taxinomia do babaçu tem sido uma fonte de confusão desde que a palmeira foi descoberta pela primeira vez a mais de um século atrás. A confusão começa num nível genérico. O babaçu tem sido tradicionalmente incluindo no gênero *Orbignya*, espécie de maior distribuição, de maior variação morfológica e de maior importância econômica. Ela forma stands extensivos no Brasil (Maranhão, Piauí, Goiás, Tocantins e Mato Grosso), Bolívia e Suriname.

A *Orbignya oleifera*, é a outra variedade descrita por BURRET, (1938), a partir de um material coletado em Pirapora (Minas Gerais).

O aspecto geral da *Orbignya oleifera* é muito similar ao da *Orbignya phalerata*; entretanto, comparações morfológicas entre essas espécies revelaram numerosas diferenças envolvendo tanto estruturas vegetativas como reprodutivas.

Essas diferenças foram suficientes para considerar *Orbignya oleifera* como uma espécie distinta da *Orbignya phalerata*. Coletas de *Orbignya oleifera* foram realizadas em Pirapora - MG, e também na Bahia. PINHEIRO, (1987).

O Babaçu verdadeiro (*Orbignya phalerata*) ocorre de maneira descontínua em quase todo o território maranhense. As áreas onde a palmeira não é encontrada ou ocorre de maneira esparsa, localiza-se a noroeste, extremo sul e litoral nordeste do Estado. O levantamento publicado em 1982 pelo Ministério da Indústria e Comércio apontou a existência de 4,7 milhões de hectares efetivamente cobertos com a espécie. A maior concentração das palmeiras localiza-se nas regiões de Cerrado e de Cocais.

O coco babaçu é oriundo de sistema extrativista de exploração, não sendo conhecidos sistemas de produção de *Orbignya* spp, organizados. Os dados disponíveis relativos à densidade, produtividade e longevidade das palmeira refere-se a trabalhos realizados por diversos pesquisadores e instituições de pesquisas nas últimas três décadas em áreas de ocorrência natural da espécie *Orbignya phalerata*.

Em densidades variando de 141 a 160 palmeiras por hectare em todas as classes de idade, MAY (1990) estimou a produtividade máxima atingida pelo babaçuais da região dos Cocais em 2,1 tonelada de coco por hectare. Já KONO (1992) em inventário realizado em 1.400 hectares de babaçuais localizados no município de Codó (MA), deteve uma produtividade média de 2,5 tonelada/ha. No trabalho o autor não menciona a densidade de palmeiras por hectare.

A palmeira de babaçu atinge cerca de a 20 m de altura e começa a frutificar de 8 a 10 anos de vida, alcançando plena produção aos 15 anos, e tem uma vida média de 35 anos. Produz de 3 a 6 cachos de frutos por ano, cada cacho possui cerca de 150 a 300 cocos e cada coco possui em média de 3 amêndoas no interior, Dissertação de Mestrado, (1980).

O fruto do babaçu começa a madurecer e a cair do cacho a partir de julho a agosto, a coleta de cocos torna-se uma atividade secundária, limitada pelas necessidades de mão-de-obra para as culturas anuais. A coleta é realizada por todos os membros da família nas áreas próximas ao domicílio, predominando o trabalho masculino. Normalmente se utilizam de transporte animal para

a retirada dos frutos do campo. Na época das chuvas, a coleta é dificultada pelo acesso precário aos babaçuais. ANDERSON, (1983) apud MAY, (1990); FRAZÃO, (1992).



Figura 2.1: Quebradeira de coco babaçu extraindo amêndoas (foto do autor).

A quebra do coco é uma atividade realizada pelas mulheres. Em média uma quebradeira de coco extrai cerca de 5 kg de amêndoas em um dia de Trabalho, Embora Existem algumas que chegam a extrair até 15 kg/dia, o que equivale a quebrar mais de mil frutos (trabalho extrativo) usando o machado para extrair as amêndoas do mesocarpo. Como mostra a Figura 2.1, é uma extração manual.

As amêndoas representam em média, somente 8,7% do peso do fruto, ela é similar, em sua composição, a poupa do coco da palmeira, cocos nucífera (coqueiro), tanto no que diz respeito a produção de óleo (por volta de 66%), como no que se refere aos componentes ácidos graxos. O

principal ácido graxo é o laurico que corresponde 46% do conteúdo total deste ácido no óleo de babaçu, FIPES, (1982), o que torna este óleo adequado à manufatura de cosméticos FTI, (1982).

Nos Babaçuais densos, os cachos de coco geralmente contem 200 frutos, cada um desses frutos pesa em média 190 gramas, tem 9,4 cm de comprimento e 6,0 cm de diâmetro, a Figura 2.2 mostra vários cachos de babaçu.



Figura 2.2: Tamanho e composição média de frutos do babaçu colhidos no Estados do Maranhão. BELICK, (1987).

A quebra do coco é tida como trabalho das mulheres.

Por constituir-se a maior fonte de renda gerada exclusivamente pelas mulheres no âmbito familiar, o trabalho de quebra de coco adquiriu uma conotação de liberdade no imaginário feminino. A luta das quebradeiras de coco babaçu por melhoria no exercício de sua atividade originou duas organizações de peso no meio rural maranhense: a Associação das Mulheres Trabalhadoras Rurais (AMTR) e o Movimento Interestadual das Quebradeiras de Coco Babaçu (MIQCB).

O babaçu é integralmente aproveitado pelas famílias que sobrevivem da agricultura de substância associada à exploração da palmeira. A amêndoa que não é comercializada é utilizada para a produção de óleo e de leite para o consumo doméstico. O mesocarpo do coco é utilizado como combustível na cocção dos alimentos. As folhas secas (palha) são utilizadas para confecção dos

telhados das moradias. Cerca de 5% das amêndoas coletadas são aproveitadas para consumo doméstico pelas famílias rurais. O restante é comercializado em troca de gêneros alimentícios.

O processo rudimentar de extração das amêndoas utilizadas tem sido responsabilizados pela pouca competitividade do óleo de babaçu no comércio internacional “se aproveita tudo do babaçu, até a amêndoa” (provérbio popular).

No atual sistema de fornecimento, o fruto é quebrado manualmente, resultando nos subprodutos mostrados na Figura 2.3 abaixo, cuja a fração resultante é bastante regular e sem possibilidade de um sistema mecânico de processamento. Grupo PENSA, (2000) e discutido em TEIXEIRA (2001).

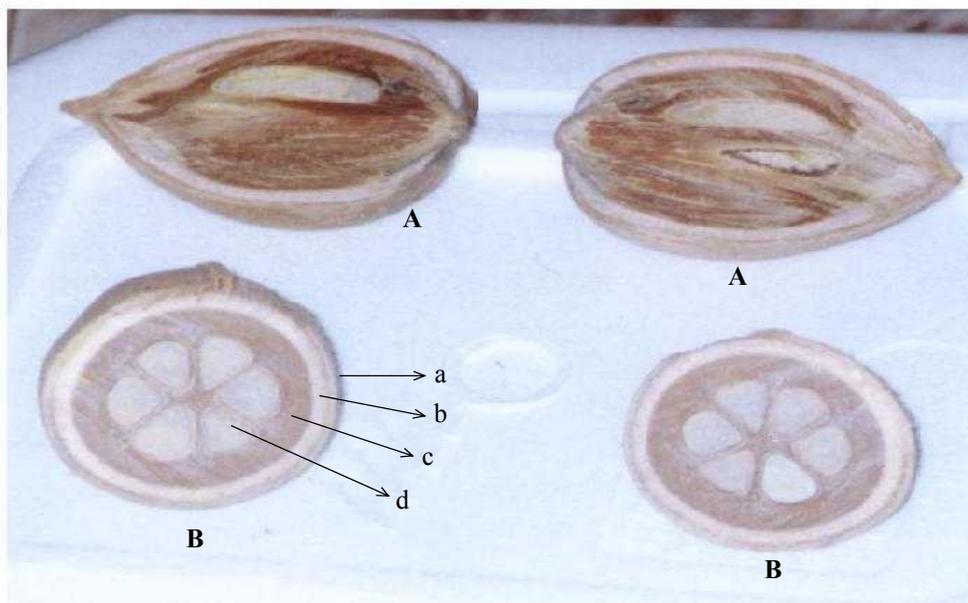


Figura 2.3: Cortes: longitudinal (A), transversal (B) do coco babaçu. Componentes: epicarpo (a), mesocarpo (b), endocarpo (c), amêndoas (d).

É provável que uma técnica capaz de extrair mecanicamente as amêndoas do babaçu pudessem reduzir o custo da matéria prima, melhorando, assim a competitividade do produto final. A extração mecânica da amêndoa também permitiria determinar outros subprodutos além da torta ou farelo, o que contribuiria para o aumentar a segurança financeira da indústria.

A idéia de quebra mecânica do babaçu remonta de 1853, somente no início da década de 1920,

é que começaram a surgir as primeiras máquinas para o processamento do fruto, MARKLEY, (1963).

A tecnologia, para extrair mecanicamente as amêndoas procurava desenvolver métodos que imitassem o processo manual, usado pelo camponeses. Foram testados instrumentos que pulverizavam praticamente os cocos ou os prensavam entre cilindros, cortando-os ou serrando-os em quadrantes. Em muitos casos o equipamento requeria que os frutos fossem colocados nas prensas manualmente, e que as amêndoas fossem separadas das cascas também à mão.

Na década de 1950, sete firmas fizeram experiências documentadas de industrialização da amêndoa de babaçu MARKLEY, (1963). Somente uma delas era brasileira; as demais contavam com investidores europeus e americanos. Agentes do poder público e do setor privado tem buscado uma solução para aprimorar o processo de industrialização do babaçu.

Porém as dificuldades em quebrar o coco leva dezenas de pesquisadores e empreendedores a realizar investimentos significativos na mecanização manualmente. Parte significativa deste instrumento foi realizada na década de 1970, quando a crise do petróleo ampliou o interesse pelo aproveitamento energético do babaçu motivando uma corrida de investimento de capitais nacionais e estrangeiro que buscam o aproveitamento integral do fruto. Muitos estudos foram realizados para quantificar o potencial de uso energético do babaçu, com base em sistemas complexos, com objetivo de produção de vários subprodutos, como carvão, álcool, alcatrão, óleo, sabão, etc. Este sistema produtivo pode ser visto na figura.

Esses esforços resultaram na produção de mais de uma centena de patentes de tecnologia de processamento do coco, sem que fossem obtidos resultados financeiramente compensadores. O forno na industrialização do coco foi motivo de falência dos projetos instalados na zona babaçueira (Maranhão, Piauí e Tocantins), até o final daquele período cerca de 50 patentes de máquinas para quebrar coco babaçu tenha sido registradas no Brasil até o início da década de 50, TEIXEIRA, (1953), e pelo menos outros tantos apareceu nos 30 anos subseqüentes. Na maioria dos casos, porém as empresas que tentaram para mecanizar a extração das amêndoas estabeleceram bem no interior das florestas de babaçuais, onde ainda hoje podem ser encontradas ruínas de máquinas de quebrar coco.

2.3 Fatores que dificultaram a extração de amêndoas do babaçu

Os fatores mais importantes que limitaram as possibilidades de êxito da extração mecânica da amêndoa são a variação do tamanho do fruto, forma do fruto, número de amêndoas e o posicionamento desta, na parede do fruto (endocarpo), de quatro camadas, que diferem entre si, quanto a dureza, forma e composição química.

O fruto do babaçu é constituído de quatro componentes importantes: epicarpo (16%), mesocarpo (26,5%), endocarpo (49%) e amêndoas (8%).

Epicarpo (12% a 18%) – É constituída de fibras, constitui um poderoso combustível primário com poder calorífico superior das melhores madeiras utilizadas como lenha, carvão mineral, as quais podem ser empregadas como combustível para geração de calor e eletricidade, insumos necessários para os processos industriais

Mesocarpo – representa cerca de 17% a 22% do fruto e é composto de até 60% de amido, pode ser empregado juntamente com a torta de extração de óleo para a ração de animal, cerca de 20% de fibras, 8 – 15% de umidade e de 4 – 5% de substâncias diversas, incluindo sais minerais, taninos e uma pequena quantidade de proteínas. O uso do amido do babaçu da alimentação humana é potencialmente importante; a aplicação mais promissora do mesocarpo parece ser a sua utilização como ração animal. O mesocarpo contém óleo de coloração amarela, odor e sabor agradáveis.

O óleo pode ser usado na culinária sem necessidade de refinamento. A poupa do mesocarpo pode ser comida crua ou cozida.

Endocarpo – quase 52% a 60% do fruto é representado por este componente, matéria – prima energética devido ao seu alto poder calorífico, e química pela possibilidade de aproveitamento da líquido pirolenhoso resultante da carbonização. Pode ser usado para a fabricação de carvão ou grafite, ou através de processo de aglomeração, ser empregado na fabricação de materiais constituído (tacos, revestimentos, madeiras constituídas etc.). Quando adequadamente obtido, o carvão do babaçu é reconhecido de excelente qualidade, considerando a pureza, o poder calorífico e a ausência de substâncias indesejáveis, como por exemplo o enxofre. O carvão de babaçu pode ser usado como matéria-prima na produção do metanol, importante insumo do biodíssel. Na

carbonização do endocarpo, dos voláteis, quando recuperados pode ser extraído também o metanol. Os gases condensáveis do endocarpo representam 1/3 do seu peso, constituindo-se de alcatrão, ácido acético, metanol e outros constituintes menores.

Amêndoas – 6 – 8% do fruto inteiro, contém mais de 60% de óleo. Tem sido o componente do fruto mais intensivamente utilizado. O óleo do babaçu (rico em ácido láurico) e quase totalmente empregado na fabricação de sabão, sabonetes e cosméticos em geral. Na culinária o uso é muito restrito, uma vez que não concorre em preço e qualidade nutricional com outros óleos, como de soja, amendoim ou girassol. A torta gorda ou magra do babaçu, apesar de possuir qualidade inferior à de soja, ainda ocupa algum espaço na formulação de rações regionais para animais, PINHEIRO (1987).

Os óleos do mesocarpo e das amêndoas têm características idênticas e podem ser utilizados do mesmo modo.

Os principais produtos comerciais extraídos do coco babaçu são: óleo (extraído das amêndoas) e a torta (resultado da extração do óleo). Este óleo representa 7% do peso total do fruto.

As Tabelas 2.1 e 2.2 abaixo mostra os resultados de análises obtidos por TEIXEIRA (2000) dos principais componentes do coco babaçu.

TABELA 2.1: Principais características obtidas nos ensaios realizados com o epicarpo do coco babaçu. TEIXEIRA (2000)

| Características | Valor | Erro ± |
|-------------------------|--------------|---------------|
| <i>Análise Imediata</i> | | |
| Voláteis | 88,16% | 1,51% |
| Carbono Fixo | 9,62% | 0,13% |
| Cinzas | 2,22% | 0,01% |
| PCS(kJ/kg) | 21.724 | 0,05% |
| Umidade | 21.470 | 0,05% |

TABELA 2.2: Principais características obtidas nos ensaios realizados com o mesocarpo do coco babaçu. TEIXEIRA (2000).

| Características | Valor | Erro ± |
|--|--------------|---------------|
| Densidade aparente (Kg /M ³) | 582 | 5,15% |
| Análise Imediata | | |
| Voláteis | 94,62% | 0,92% |
| Carbono Fixo | 4,66% | 0,05% |
| Cinzas | 0,88% | 0,001 |
| PCS(KJ/kg) | 15.522 | 30% |
| PCS(Kj/kg) 15,3 % Umidade | 15.177 | 30% |

No trabalho de PEIXOTO (1973), encontram-se resultados referentes a composição da farinha do mesocarpo processada de maneira rudimentar, com o uso do pilão, cujos dados reproduzimos na TABELA 2.3.

TABELA 2.3: Composição da Farinha de Babaçu, PEIXOTO, (1973)

| Componente | Origem (% composição) | |
|----------------------|------------------------------|-----------------|
| | Tocantins | Maranhão |
| Água | 17,00 | 16,30 |
| Amido | 63,75 | 71,29 |
| Material Nitrogenado | 3,12 | 3,19 |
| Matérias Graxas | 1,05 | 4,87 |
| Açúcares e Dextrinas | 0,00 | 0,80 |
| Celulose | 2,05 | 0,03 |
| Cinzas | 1,20 | 1,20 |
| Indeterminados | 11,38 | 0,30 |

Foi nos fornecido pelo pesquisador FRAZÃO (2001), o material obtido do sistema implantado no município de Itapecuru Mirim, (Projeto Quebra Coco) alternativas econômicas para a agricultura familiar assentada em áreas de ecossistemas de babaçuais (FRAZÃO 2001).

TABELA 2.4: Características obtidas nos ensaios realizados com o endocarpo do babaçu. FRAZÃO, (2001).

| Características | Valor | Erro ± |
|---|--------------|---------------|
| Densidade Aparente (kg/m ³) | 506 | 2,21% |
| Densidade Real (kg/m ³) | 1.360,09 | 1,71% |
| Análise Imediata | | |
| Voláteis | 83,40% | 3,87% |
| Carbono Fixo | 15,16% | 0,64% |
| Cinzas | 1,71% | 0,01% |
| PCS (Kj/kg) | 22.414 | 9% |

De acordo com resultados obtidos, vários pesquisadores se observou os quatro componentes que constitui o filtro do babaçu apresentam comportamento de queima bastantes distintos entre si.

TABELA 2.5: Composição química e algumas características do óleo de coco babaçu. Composição dado em percentual. www.lauric.ols

| ÁCIDOS GRAXOS | FÓRMULA EMPÍRICA | PÊSO MOLECULAR | PONTO DE EBULIÇÃO (10 mmhg) | PONTO DE FUSÃO (°C) | BABAÇU |
|----------------------|--|-----------------------|------------------------------------|----------------------------|---------------|
| Caproíco | C ₆ H ₁₂ O ₂ | 116,16 | 99 | 3,5 | 0,3 |
| Caprílico | C ₈ H ₁₆ O ₂ | 144,21 | 124 | 16,5 | 4,2 |
| Caprico | C ₁₀ H ₂₀ O ₂ | 172,26 | 152 | 31,3 | 5,2 |
| Láurico | C ₁₂ H ₂₄ O ₂ | 200,31 | 170 | 43,6 | 47,3 |
| Mirístico | C ₁₄ H ₂₈ O ₂ | 228,37 | 190 | 53,8 | 17,5 |
| Palmítico | C ₁₆ H ₃₂ O ₂ | 256,42 | 210 | 62,9 | 7,1 |
| Esteárico | C ₁₈ H ₃₆ O ₂ | 284,47 | 226 | 69,9 | 2,0 |
| Araquídico | C ₂₀ H ₄₀ O ₂ | 312,52 | 240 | 75,2 | 0,1 |
| Oléico | C ₁₈ H ₃₄ O ₂ | 282,46 | - | 4,0 | 15,2 |
| Limoleico | C ₁₈ H ₃₂ O ₂ | 280,44 | - | 5,0 | 1,1 |
| Limolêmico | C ₁₈ H ₃₀ O ₂ | 278,42 | - | 11,0 | - |

TABELA 2.6: Composição química em ácidos graxos por cromatografia gasosa e capilar. www.lauric.ols

| | | |
|------------------|--------|-------|
| Ácido Caprílico | C:8:0 | 5,0% |
| Ácido Capríco | C:10:0 | 6,0% |
| Ácido Laurico | C:12:0 | 44,0% |
| Ácido Mirístico | C:14:0 | 17,0% |
| Ácido Palmístico | C:16:0 | 8,0% |
| Ácido Estearico | C:18:0 | 4,5% |
| Ácido Oleico | C:18:1 | 14,0% |
| Ácido Linoléico | C:18:2 | 2,0% |

TABELA 2.7: Característica e Níveis de Garantia. www.lauric.ols

| | |
|-------------------------------|---------------|
| Índice de refração | 1,458 |
| Índice de Saponificação | 247 mg KOH/1g |
| Índice de Iodo | 15g/12/100g |
| Densidade (25 ⁰ C) | 0,917 |
| Ponto de Fusão | 25,5°C |
| Ponto de Fumaça | 220°C |
| Ponto de Combustão | 300°C |
| Ponto de Ebulição | 340°C |
| Temperatura | Isento |
| Cor (Lovibond cel.51/4 ''') | Amarelo claro |
| Cheiro | Sem aroma |
| Acidez | < 3,0 |

TABELA 2.8 apresenta as características organolépticas, físicas e químicas do óleo de babaçu e de seus principais concorrentes. www.lauric.ols

| | <i>Óleos de coco</i> | <i>Óleo de palmiste</i> | <i>Óleo de babaçu</i> |
|--|----------------------|-------------------------|-----------------------|
| <i>Análise organoléptica</i> | | | |
| Aspecto | Sólido | n/d | líquido |
| Cor | Branco | laranja | amarelo claro |
| Odor | Específico | específico | sem odor |
| <i>Análise físico-química</i> | | | |
| Densidade a 40° C (g/cm ³) | 0.900 – 0.940 | 0.899 – 0.914 | 0.890 – 0.930 |
| Ponto de fusão | 32 – 34°C | 27 – 31°C | 23 – 28°C |
| Índice de iodo (g/100g) | < 10 | 17 – 21 | 13 – 17 |
| Índice de peróxido (meg/kg) | < 5 | < 4 | < 5 |
| Índice de saponificação (mg) | 250 – 258 | 230 – 250 | 240 – 253 |

Testes realizados com 45 cocos de babaçu coletados de várias áreas por TEIXEIRA (1953), mostraram que para quebrar o fruto do babaçu, é necessário uma força longitudinal média de 5,4 toneladas, o que faz dele um dos mais resistentes dentre os frutos de palmeira neotropicais KILTIE, (1982): citado em ANDERSON, (1983).

A composição proporcional de cada camada varia em pouco entre os frutos de diferentes palmeiras de babaçu.

Uma vez rompida as camadas se torna fácil a extração das amêndoas mais ou menos intactas, a fim de evitar a oxidação e ranço.

Foram encontradas no endocarpo de 0 a 11 amêndoas em diferentes tamanho e forma em cavidade com formas irregulares MAY (1985) e ANDERSON, (1983) dados não publicados.

Portanto, para dar conta dessa variabilidade à máquina teria de ser suficientemente flexível, caso isto não aconteça, será necessário encontrar maneira de separar os pedaços da casca dos fragmentos de amêndoas, para reduzir o numero de impureza, ou secar o fruto antes de quebrar, para reduzir a umidade, que faz com que as cascas se grudem às amêndoas.

Não levou muito tempo para a meta de extrair amêndoas mecanicamente fosse suplantada pela busca de uma tecnologia industrial para o processamento integral e mais rápido do fruto.

Em pesquisas realizada descobriram que o coco babaçu pode gerar uma vasta gama de produtos.

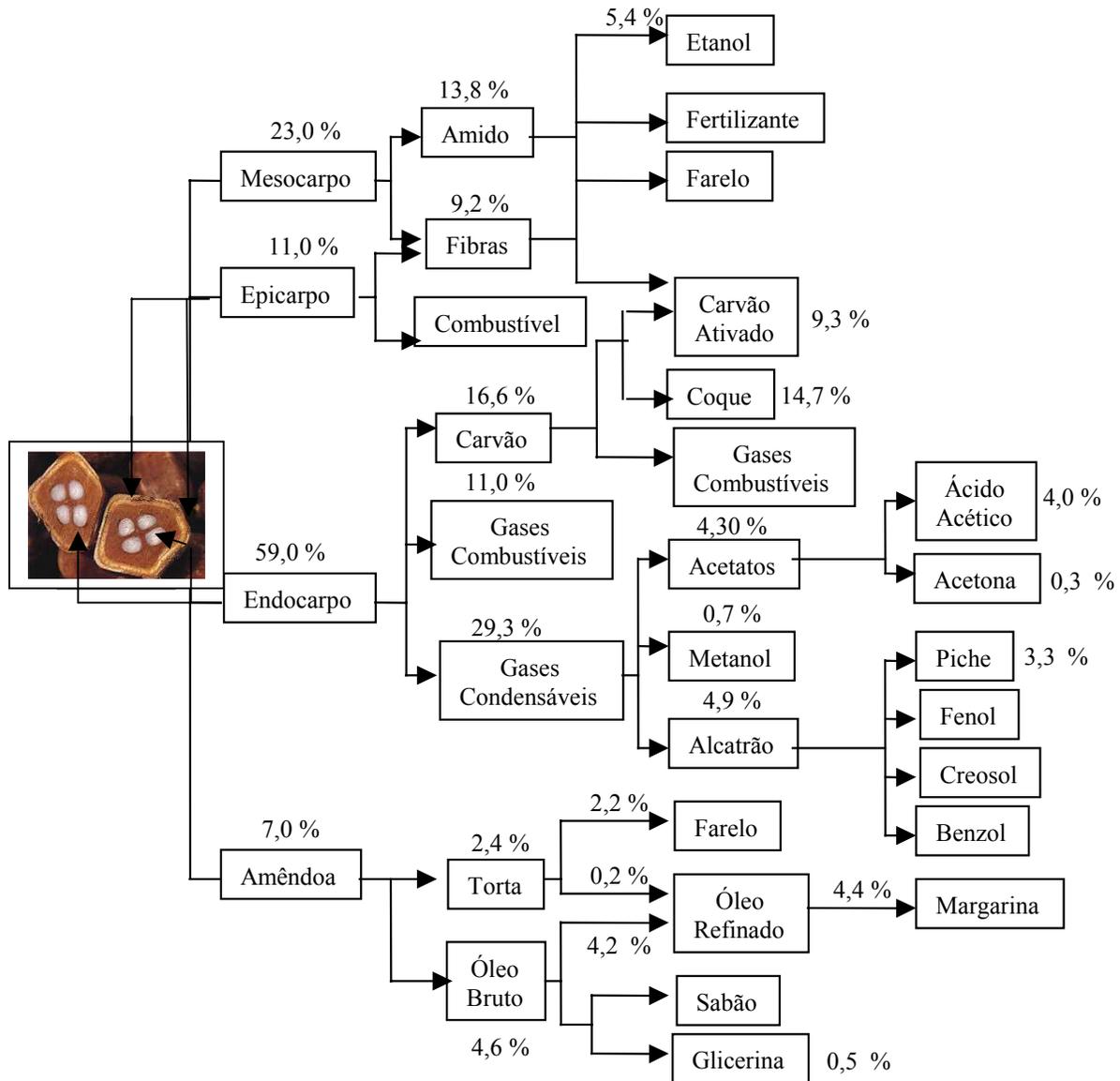


Figura 2.4: Produtos da industrialização do coco babaçu, ANDERSON, et al., (1983), apud MAY, (1990).

A tecnologia do PSQ envolvia dois estágios principais no primeiro o fruto é colocado num equipamento para descascar e desfibrá-lo, que consistia na maioria dos casos em um tambor horizontal com uma barra rotativa equipada com martelos de ferro conectado em intervalos. Outras vezes eram colocados espécies de facas nas paredes destes cilindros, para auxiliar na descortinação. Fazendo com que o epicarpo e o mesocarpo se soltassem do fruto. Em alguns equipamento, o mesocarpo, sendo farináceo, era peneirado através de uma tela que cobria a barra rotativa e os martelos, e em seguida transportados para fora. O epicarpo fibroso era removido através de vibração.

Em outros casos os três componentes eram transportados junto por um mecanismo seletor, a partir do qual o epicarpo e o mesocarpo eram removido para um moinho, onde o mesocarpo era transformado em um pó fino e separado do epicarpo por meio de vácuo. Ao mesmo tempo, o endocarpo que encerra as amêndoas, era transportado para um aparelho centrífugo de quebra, muitas das vezes depois de se posto para secar no forno, afim de separar melhor as amêndoas do epicarpo.

O quebrador consistia de um núcleo giratório em forma de cone investido, que força o endocarpo contra a parede do aparelho, combinado com fluência de outros frutos e a batida contra os módulos provoca a quebra do endocarpo. Infelizmente, o impacto quebra a maior parte das amêndoas. Este material era colocado de molho em uma mistura de água e argila, para que os dois componentes se separassem pela ação da gravidade: as amêndoas como eram mais leves, flutuavam, enquanto o endocarpo, mais denso permanecia no fundo. Após a separação das quatro partes, era então pensado o que fazer com cada uma das partes.

Na década de 40 exames de laboratórios, constataram que o mesocarpo do babaçu contém amido em proporção suficiente para justificar esforços para separa-lo e talvez refina-lo industrialmente, ou ainda para fermenta-lo para obter o etanol, alem disso, a destilação seca ou pirólise da casca do babaçu, apresentou potencial para fornecer como subproduto, além do pichi e alcatrão, o valioso acido acético e seus subprodutos químicos, após a neutralização do ácido pirolenhoso.

O endocarpo lenhoso que abriga as amêndoas é importante na economia de subsistência como combustível. A maioria das famílias usam o carvão da casca para uso doméstico, pois ele é mais duradouro não produz fumaça evitando assim a poluição.

A tecnologia para a geração de energia a partir do babaçu é a mesma usada em relação a biomassa de cana-de-açúcar. Segundo o pesquisador o babaçu apresenta como vantagens adicionais um densidade de 2,5 vezes maior, e um teor de umidade menor, de 15% á 19%, enquanto o teor de umidade do bagaço da cana fica em torno de 50%. TEIXEIRA, (2001).

O estudo demostrou que a biomassa de babaçu é uma alternativa energética altamente viavel.

A pirólise também produziu metanol e gases que poderiam ser reciclados como combustíveis dentro da própria industria do babaçu, reduzindo desta forma os custos de processamento. A Figura 2.5. Mostra que a gama de produtos alternativos que poderia obter da industrialização do fruto do babaçu, apresentando sua origem com referencia à composição do fruto e o produto hipotético por umidade de matéria prima, com base em pesquisas industriais piloto e estudos de laboratório.

A Figura 2.5 mostra o fluxo de materiais usados no processo tecnológico PSQ disponível no Brasil em 1980.

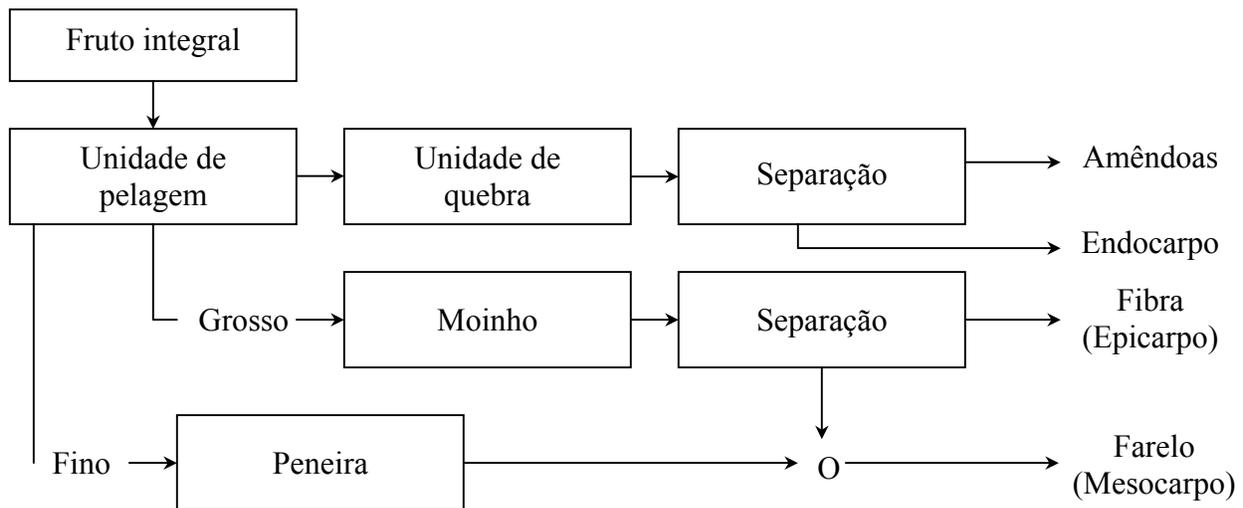


Figura 2.5: Diagrama esquemática do fluxo de matéria-prima e produtos na tecnologia PSQ, MENDES e CARIOCA, (1981).

Entretanto, muitas tecnologias foram sendo desenvolvidas. Uma delas foi que ao invés de quebrar, triturar ou cortar o fruto imitando a técnica utilizada pelo camponeses, (como vimos anteriormente), é muito mais eficiente remover as duas camadas externas antes de quebrar o babaçu. Este método foi inicialmente desenvolvido pelo pesquisador VIVAQUA (1959) e tornou-se hoje a tecnologia dominante adaptada por indústrias que pretendem obter o processamento integral do

fruto. O processo de descascar o fruto, separando o mesocarpo do epicarpo e quebrando o endocarpo para extrair as amêndoas foi adotado com graus variado de sucessos em diversos empreendimentos, voltados para a industrialização do fruto durante a década de 70. Esta tecnologia é conhecida mo PSQ (pelagem, separação e quebra), tem sido fabricada em diferentes escalas pelas industrias brasileiras.

2.4 Estratégias de abastecimento de matéria-prima

Por atuar em mercados globalizados a indústria produtora de ferro-gusa não pode repassar incrementos nos custos de produção para o produto final. Em decorrência disto, as empresas localizadas no Maranhão reduziram a produção este ano para limitar o prejuízo decorrente do aumento do custo do carvão vegetal. Essa situação tem levado as guserias a buscarem fontes alternativas de energia até que seus reflorestamentos atinjam a maturidade. Uma delas é o coque mineral, insumo que tem sido muito utilizado pela indústria siderúrgica de Minas Gerais. Alternativamente, algumas empresas estão procurando viabilizar a utilização do coco de babaçu carbonizado.

O carvão de babaçu substitui, com grande vantagem, o carvão de madeira. Quando adequadamente obtido, o carvão de babaçu possui excelente qualidade quanto à sua pureza, poder calorífico e ausência de substâncias indesejáveis, tais como o enxofre, PARENTE (1992). O carvão de babaçu possui 80% de carbono fixo enquanto que o carvão de eucalipto e de floresta nativa possuem, respectivamente, 70% e 64% do elemento. A TABELA 2.9 apresenta a equivalência de consumo entre o carvão vegetal oriundo de diferentes fontes:

TABELA 2.9: Equivalência de consumo, KONO (1992).

| PRODUTO | FATOR DE CONVERSÃO |
|--------------------------|--------------------|
| Carvão de babaçu | 1,000 |
| Carvão vegetal | 1,209 |
| Carvão mineral nacional | 2,822 |
| Carvão mineral importado | 1,467 |
| Coque | 1,120 |

O coco de babaçu apresenta vantagens e desvantagens em relação às demais fontes alternativas de carvão vegetal. A disponibilidade do recurso, a sustentabilidade de sua utilização, qualidade do insumo em relação ao poder calorífico e ao teor de carbono são fatores que motivam o emprego do carvão de babaçu pela indústria siderúrgica. As empresas localizadas no Maranhão, estão trabalhando com uma ociosidade média de 25%.

Atualmente, somente a Ferro Gusa do Maranhão - FERGUMAR está utilizando o carvão de babaçu em sua matriz energética. A empresa iniciou a utilização de carvão de babaçu há dois anos, quando implantou um projeto piloto junto à uma associação no município de São Pedro da Água Branca. A Companhia Siderúrgica do Pará - COSIPAR também possui interesse no carvão vegetal de babaçu. Apesar de não utilizar o produto atualmente, está realizando estudos de viabilidade de reflorestamento a palmeira, em substituição ao eucalipto.

2.5 Produção Primária

Babaçu

Babaçu é o nome genérico dado às palmeiras oleaginosas pertencentes à família *Palmae* e integrantes dos gêneros *Orbignya* e *Attalea*. O primeiro gênero inclui espécies predominantemente nativas da região norte do Brasil (Maranhão, Piauí, Pará e Tocantins), tais como: *Orbignya phalerata* Martins. (babaçu verdadeiro), *Orbignya oleifera* Drude (piaçava), *Orbignya teixeirana* Bondar (perinão) e *Orbignya microcarpa* Martins. O segundo gênero abrange espécies encontradas principalmente nos estados de Goiás, Minas Gerais e Bahia, dentre as quais se destacam: *Attalea oleifera* Barb. Rodr. (catolé-de-pernambuco) e *Attalea pindobassu* Bondar (pindobaçu).

Orbignya phalerata é a espécie de maior distribuição, de maior variação morfológica e de maior importância econômica. Esta espécie ocupa regiões extensivas no Brasil, na Bolívia e no Suriname PINHEIRO, (2000). No Brasil, *O. phalerata* ocupa cerca de 90% da área de babaçuais do Maranhão, Piauí e Tocantins, EMAPA, (1987).

De acordo com PINHEIRO (2000), o “Complexo Babaçu” é composto por duas espécies principais: *Orbignya phalerata* Martins e *Orbignya oleifera* Burret, ambas com forte tendência a hibridizar com outras espécies. *Orbignya phalerata* forma dois complexos híbridos: o primeiro

envolve cruzamentos intergenéricos com a espécie *Maximiliana maripa*, DRUDE (1957), produzindo um híbrido descrito por BONDAR (1957) como *Markleya dahlgreniana* (perinão). Esse híbrido tem sido encontrado em localidades dos Estado do Maranhão e Pará, e também já foi relatado em pelo menos duas localidades do Suriname; em todos os casos, sempre em associação com as duas espécies que lhe deram origem. O segundo híbrido envolve cruzamento entre *O. phalerata* e *O. oleifera* DRUDE (piaçava), produzindo um possível híbrido descrito por BONDAR (1954) como *O. teixeirana* (piaçava alta). A TABELA 2.10 apresenta algumas características das três espécies predominantes no Estado do Maranhão:

TABELA 2.10: Características das espécies de babaçu encontradas no Maranhão, PINHEIRO (2000).

| ESPÉCIE | ALTURA | CICLO | INÍCIO PRODUÇÃO |
|-----------------------|--------------|-------|-----------------|
| <i>O. phalerata</i> | > 10 metros | Longo | 8 a 10 anos |
| <i>O. oleifera</i> | < 2 metros | curto | 2 anos |
| <i>O. teixeirana*</i> | 6 a 8 metros | médio | 5 anos |

* híbrido natural entre *O. phalerata* e *O. oleifera*

A palmeira de babaçu está associado a dois tipos distintos de vegetação: floresta pré-amazônica e cerrado. No Brasil, as espécies de *Orbignya* ocorrem predominantemente nos Estados do Mato Grosso, Tocantins, Maranhão e Piauí. A TABELA 2.11 apresenta os resultados do mapeamento das áreas de ocorrência e produtividade dos babaçuais realizado pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE em convênio com o Ministério da Indústria e do Comércio – MIC e Secretaria de Tecnologia Industrial – STI no final da década de 70.

TABELA 2.11: Mapeamento da ocorrência e produção de babaçuais no Brasil, MIC/STI (1982).

| Estado | Área geográfica de ocorrência (1.000 ha) | Área coberta (1.000 ha) | Produtividade (ton/ha/ano) | Produção (ton) |
|--------|--|-------------------------|----------------------------|----------------|
| MA | 10.304 | 4.723 | 1,69 | 7.796.095 |
| MT | 3.184 | 612 | 1,13 | 694.775 |
| GO** | 2.971 | 1.138 | 2,92 | 3.323.504 |
| PI | 1.978 | 503 | 1,24 | 626.111 |
| TOTAL | 18.437 | 6.976 | 1,86 | 12.440.485 |

** O mapeamento foi realizado antes do Estado de Goiás ser dividido.

O babaçu verdadeiro (*Orbignya phalerata*) ocorre de maneira descontínua em quase todo o

território maranhense. As áreas onde a palmeira não é encontrada ou ocorre de maneira esparsa, localizam-se a noroeste, extremo sul e litoral nordeste do Estado. O levantamento publicado em 1982 pelo Ministério da Indústria e Comércio apontou a existência de 4,7 milhões de hectares efetivamente cobertos com a espécie. A maior concentração das palmeiras localizava-se nas regiões de Cerrado e de Cocais. A TABELA 2.11 apresenta os dados referentes à área, produção e produtividade dos babaçuais na época do levantamento (1980) e traz uma estimativa destes dados para o momento atual.

A maioria dos pequenos produtores diz que o babaçu não interfere com os cultivos, contanto que se mantenha uma baixa densidade de palmeiras.

Os principais problemas associados a alta densidade de palmeiras são sombras, conforme Figura 2.6, o dano causado pela queda das folhas e a excessiva densidade de raízes que impedem a penetração das raízes dos cultivos. Para superar estes problemas, os agricultores intinerantes fazem o desbaste de algumas palmeiras de forma a diminuir a densidade dos babaçuais para 50 a 100 palmeiras adultas por equitares.



Figura 2.6: Palmeiras de Babaçu (foto do autor).

TABELA 2.12: Área, produtividade e produção de babaçuais no Estado do Maranhão - IBGE (1997) e MIC/STI (1982).

| Região ecológica | Área coberta em 1980 (ha) | Produtividade média em 1980 (kg/ha) | Produção em 1980 (ton) | Área coberta 2000 ¹ (ha) | Produção 2000 (ton) |
|------------------|---------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| Baixada | 732.500 | 1.294,3 | 948.075 | 622.625 | 805.864 |
| Cerrrado | 1.378.500 | 1.235,3 | 1.702.861 | 1.171.725 | 1.447.432 |
| Cocais | 1.841.500 | 2.148,9 | 3.957.199 | 1.565.275 | 3.363.619 |
| Pré-Amazônia | 98.850 | 935,1 | 92.435 | 84.023 | 78.569 |
| Imperatriz | 260.350 | 1.444,0 | 375.945 | 221.298 | 319.554 |
| Planalto | 146.559 | 1.696,1 | 248.579 | 124.575 | 211.292 |
| Chapadões | 217.200 | 2.293,3 | 498.105 | 184.620 | 423.389 |
| Não classificado | 47.300 | 1.689,1 | 79.894 | 40.205 | 67.910 |
| TOTAL | 4.722.759 | 1.673,4 | 7.903.093 | 4.014.345 | 6.717.629 |

¹ Presume média de 20% de desmatamento entre 1980 e 2000 e 5% de utilização de amêndoas para fins domésticos.

O coco babaçu é oriundo de sistemas extrativistas de exploração, não sendo conhecidos sistemas de produção de *Orbignya spp.* organizados. Os dados disponíveis relativos à densidade, produtividade e longevidade das palmeiras referem-se a trabalhos realizados por diversos pesquisadores e instituições de pesquisa nas últimas três décadas em áreas de ocorrência natural da espécie *Orbignya phalerata*.

Em densidades variando de 141 a 160 palmeiras por hectare em todas as classes de idade, MAY (1990) estimou a produtividade máxima atingida pelo babaçuais da região dos Cocais em 2,1 ton/ha. de coco. Já KONO (1992), em inventário realizado em 1.400 hectares de babaçuais localizados no município de Codó (MA), obteve uma produtividade média de 2,5 ton/ha/ano. No trabalho o autor não menciona a densidade de palmeiras por hectare.

A baixa produtividade dos babaçuais está relacionada à uma série de fatores, dentre os quais destacam-se: a alta incidência de plantas improdutivas, a relação desequilibrada entre inflorescências

masculinas e femininas (5:1) nas palmeiras adultas produtivas e a idade das plantas. ANDERSON, (1983), *apud* MAY, (1990); FRAZÃO, (1992).

Como a maior parte do investimento se originou de fontes brasileira, já que os sucessivos fracassos das tentativas de quebra mecânica do fruto de babaçu durante meio século contribuíram para que investidores estrangeiros não se interesse muito em participar de novos empreendimentos. Num projeto piloto do Maranhão, foi utilizado um quebrador de côco durante a pesquisa de campo no município de Bacabal – MA pela Companhia Industrial Técnica (CIT) conforme Figura 2.7.

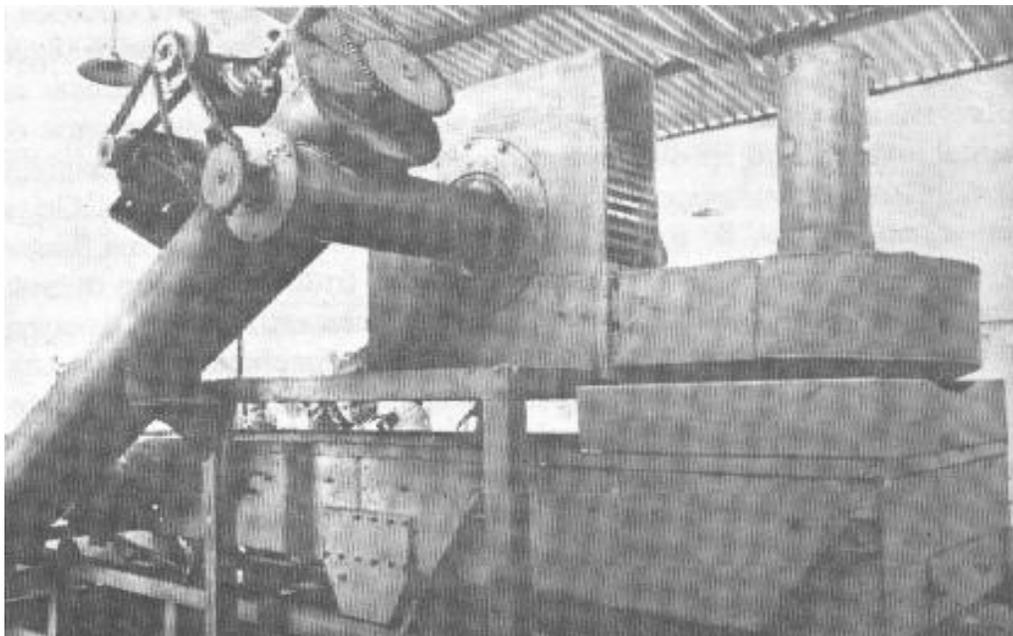


Figura 2.7: Quebrador de coco do babaçu utilizado na fábrica da empresa Companhia Industrial Técnica (CIT), no município de Bacabal – MA.

Embora não tenha perdurado ela serviu fundamentalmente para sucesso da nova indústria.

A AGRIMA, cujo esforço frustrado para instalar uma fábrica sofisticada no município de Codó – MA, a Leste da Região do Cocais do Maranhão. O empreendimento foi concedido com a capacidade para processar 900 mil toneladas de babaçu pela técnica PSQ. Incorporando tecnologia para a produção de carvão briquetado, recuperação de alcatrão, metanol e ácido acético de gases condensáveis e fermentação do etanol do mesocarpo.

Com o objetivo da viabilidade econômica no município de Itapecuru foi idealizado e criado um sistema que pudesse atender a comunidade.

O sistema é composto de um descascador que retira o epicarpo e mesocarpo, um quebrador que rompe o endocarpo para liberar as amêndoas, uma peneira que classifica o endocarpo pelo tamanho, e um separador hidráulico que separa o endocarpo fino das amêndoas além, de uma bateria de cinco fornos de superfície para produção de carvão.

A capacidade nominal instalada é de 5.000 kg de coco/hora, o que equivale a 40.000 kg de coco/dia, considerando 8 horas de trabalho por dia. Durante o mês deverão ser beneficiadas cerca de 1.000.000 toneladas de coco, considerando que sejam trabalhados 25 dias.

Este sistema hoje, encontra-se desativado.



Figura. 2.8: Máquina de descascar e quebrar coco instalada no município de Itapecurú-Mirim. (foto do autor).

Esta figura mostra os fornos de superfície, utilizados no projeto instalado no município de Itapecuru-Mirim – MA, utilizados para produção de carvão vegetal.



Figura. 2.9: Forno utilizado na fabricação do carvão de coco babaçu. (foto do autor).

Capítulo 3

Materiais e Métodos

3.1 Amostragem

Este capítulo tem como objetivo mostrar a metodologia de trabalho que utilizamos no decorrer deste trabalho.

Utilizamos como amostra, frutos do coco babaçu (*Orbygnia phalerata* Martins).

As amostras do fruto do coco babaçu foram coletadas aleatoriamente para a pesquisa em três localidades da Baixada Maranhense. Deste material selecionaram-se 90 frutos para o teste de umidade, de cada local escolhido, quantidade de amêndoas por coco, diâmetro do coco, diâmetro das amêndoas e comprimento das amêndoas e deformação do coco pela força de impacto.

Os testes foram realizados no laboratório de Química da Universidade Estadual do Maranhão, onde foi feita a enumeração das amostras e pesadas para se proceder a determinação da umidade de cada local colhido.

Colocou-se para secar ao ar livre durante oito semanas e ao final de cada semana era repetida a pesagem.

No Laboratório de Engenharia Mecânica foi confeccionado um dispositivo para fazer ensaio de deformação do coco. Figura 3.3.

3.2 Método Utilizado

A indicação preliminar do programa de secagem adotou a metodologia descrita por JANBAWSKY & CINIGLIO (1998).

Para determinação do teor de umidade utilizou-se o método gravimétrico, equação (3.2) descrito em vários manuais de secagem RASMUSSEN, (1968) e GALVÃO & JANBAWSKY, (1985), no qual as amostras úmidas são submetidas à secagem ao ar livre até que seja alcançada a massa constante.

$$TU = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100 \quad (3.2)$$

Onde: TU = Teor de Umidade (%)

m_i = massa inicial das amostras (g)

m_f = massa anidro da amostra (g)

Durante o ensaio a perda de massa das amostras foi acompanhada através da pesagem periódica em balança analítica com precisão de 0,01g, até que o teor de umidade do coco, estivesse próximo ao teor de umidade de equilíbrio (6,41%) do meio de secagem.

3.3 Procedimento para a Determinação da Umidade

3.3.1 Análise da umidade

Este capítulo mostra a análise da umidade do coco babaçu usando o método dos mínimos quadrados.

Nos processos de extração de amêndoas de coco devemos levar em consideração o teor de umidade, pois o mesmo influencia de forma direta, haja vista que para as amêndoas se soltar do endocarpo é necessário baixar o teor de umidade do fruto que é obtido através de secagem.

O teor de umidade existente no coco influencia as suas propriedades físicas e mecânicas, bem como a possibilidade de ser atacado por inseto e fungo xilófagos.

3.3.2 Processo de secagem do coco

Durante a secagem, a água se movimenta de zonas de alta umidade para zona de baixa umidade, o que significa que a parte externa deve estar mais seca do que a o interior do coco, para que haja secagem PONCE & WATAI, (1985).

De acordo com JANKOWSKY (1998), durante o processo de secagem por convecção ocorrem três estágio distintas, ilustrados na Figura 3.1, caracterizados pela variação na taxa de perda de umidade e que determina a curva característica de secagem do material do coco.

Sendo o método de secagem mais antigo no processo ao ar livre a influência do homem é pequena, pois depende basicamente da temperatura, umidade relativa, e velocidade do vento local em questão. Evidente que existem regras elementares que devem ser seguidas para que seja obtida uma boa qualidade, e até mesmo para que seja reduzido o tempo de secagem TOMASELLI, (1993)

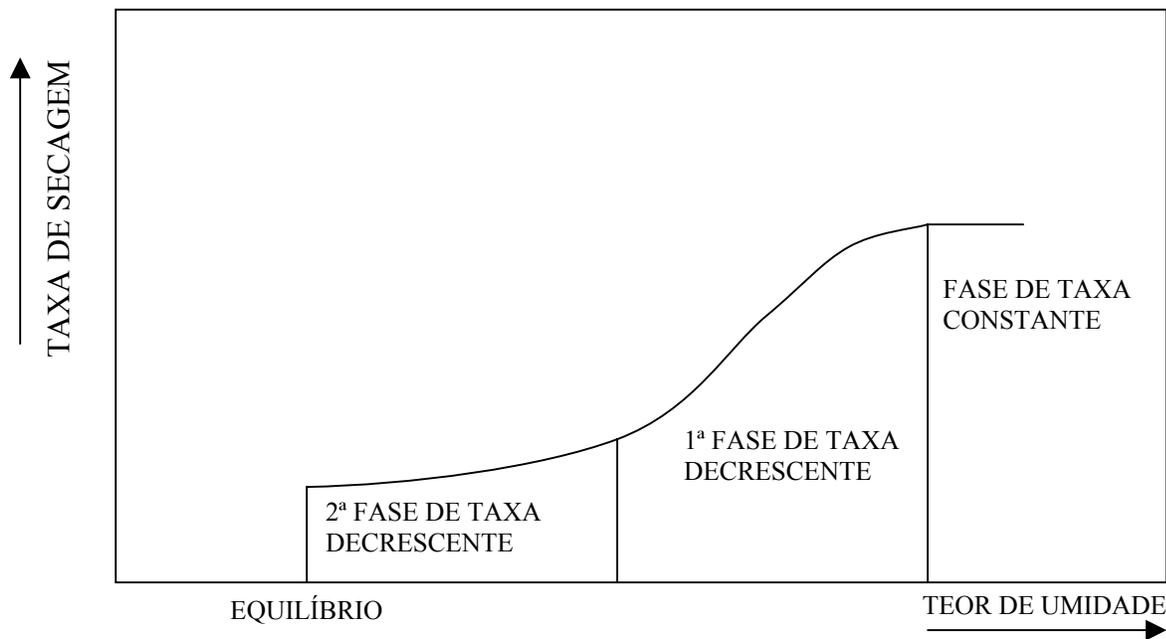


Figura 3.1: Curva característica de secagem para materiais porosos, ROSEN (1983)

O coco atinge um teor de umidade no qual a linha de evaporação da água se desloca em direção ao centro. A vaporização da água presente na superfície irá gerar um gradiente de umidade, principalmente no sentido da espessura, dando início a movimentação da água do interior até a superfície por difusão: a qual também é influenciada pelo fluxo de calor no sentido inverso.

Na segunda fase de taxa decrescente, iniciada quando a linha de evaporação de água restringe-se ao centro do corpo, não há mais água livre no interior e a taxa de secagem é regulada pela característica do material, até que o teor de umidade de equilíbrio seja alcançado.

3.3.3 Cálculo da perda de umidade do coco babaçu

Logo após a pesagem das 90 amostras, colocou-se para secar ao ar livre. A cada sete dias as amostras foram pesadas em balança analítica Sartorius de precisão 0,01g em seguida fez-se a pesagem das amêndoas de coco verde, foram colocada para secar ao ar livre e após cada sete dias eram pesadas conforme a (Tabela do Anexo 2). Após cinco semanas observou-se que as amêndoas já estavam soltas do endocarpo, ponto ideal para se processar a quebra do coco para a retirada das amêndoas.

Em seguida foi feito a medida do diâmetro do coco e das amêndoas. Para isto utilizou-se o Paquímetro de marca Mitutoyo (mm) dep $\epsilon = 905$ mm, conforme Figura 3.2.

A medição de uma grandeza física, como o comprimento com precisão de 1/10 de milímetro, serve o paquímetro. Trata-se de uma régua metálica sob a qual esta montada uma Segunda haste, que se desliza sob a régua, a qual é graduada em milímetro. É a haste deslizante que possui uma pequena escala, denominada Nônio, possibilitando ler até 1/10 de milímetro ou mais.

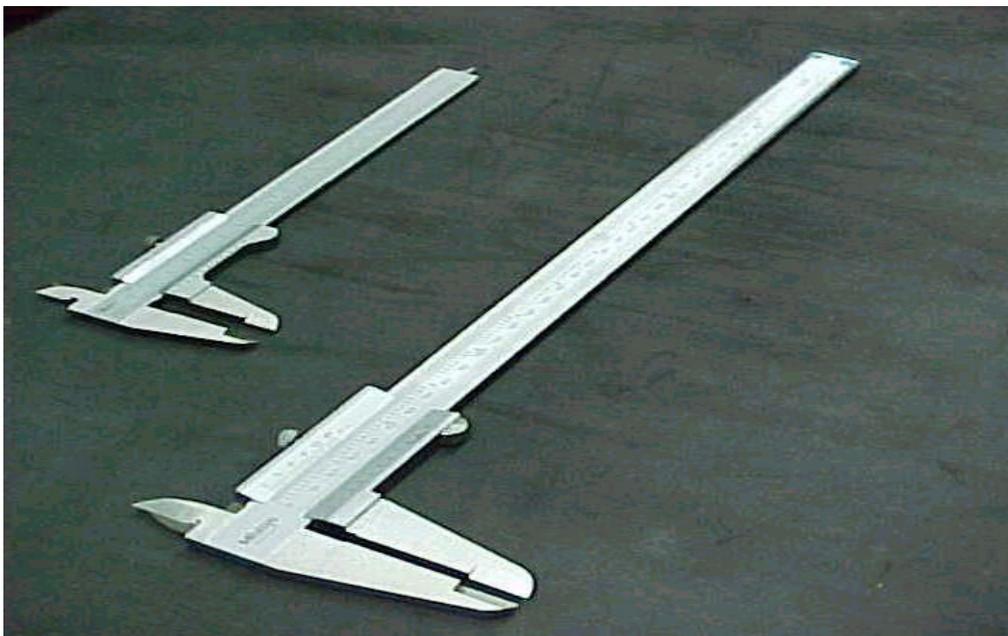


Figura. 3.2: Paquímetro usado na medida do diâmetro coco babaçu.

3.4 O procedimento para medir o diâmetro do coco e das amêndoas

Foram tomadas aleatoriamente 35 frutos para verificar o diâmetro, Tabela no Anexo 4, do coco, diâmetro das amêndoas, e percentual de amêndoas por coco.

Em seguida foi feita a medida do diâmetro do coco e das amêndoas, para isso utilizamos o paquímetro, tiramos a medida longitudinal e medimos a parte transversal, passamos a ter uma região elíptica, cujo eixo maior se caracteriza como tamanho, enquanto que o eixo menor, “cientificamente chamado de eixo imaginário”, é o equivalente ao diâmetro do coco.

3.5 Procedimento para mostrar a deformação do coco antes da quebra

3.5.1 Pressão de trabalho: modelo da força média de impacto

Neste capítulo apresentamos a modelagem para determinação da força média de impacto que será usada no cálculo da pressão do trabalho dos atuadores, pneumáticos.

No Laboratório da Engenharia Mecânica da Universidade Estadual do Maranhão foram realizados os testes.

Para isto, construiu-se um dispositivo conforme Figura 3.3 constituído por partes fundamentais como: calha vertical com guia interna, com escala graduada na parte externa de 1,20 metros, bloco de impacto, roldana, corda de nylon e na base interna uma cavidade rasa para colocarmos o fruto do coco babaçu.



Figura 3.3: Dispositivo utilizado para medir a força de impacto

A primeira etapa do experimento constituiu-se em colocar o coco na base da calha e procedeu-se o teste em série. Posicionamos o bloco de impacto a uma certa altura (h_i), de onde o mesmo foi abandonado em queda livre com o objetivo de aplicar uma força de impacto no coco. Testes, foram realizados com uma série de frutos, alternando-se o valor da altura de queda do bloco a um intervalo de 10 a 10 cm, até encontrarmos a força de impacto capaz de quebrar o coco.

Cálculo da velocidade, aproximada, com que o bloco de impacto atinge o coco:

Sendo $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ e $\vec{v} = \frac{d\vec{s}}{dt}$, podemos eliminar a diferencial temporal dt da seguinte forma,

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d\vec{s}}{ds} \Rightarrow \vec{v} d\vec{v} = \vec{a} ds \Rightarrow$$

$$\int_{v_0}^v \vec{v} d\vec{v} = \int_{s_0}^s \vec{a} ds \therefore$$

$$\vec{v} = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta s} \quad (3.3)$$

onde $\Delta s = h$, representa a altura de onde o bloco de impacto é abandonado sobre o fruto do

babaçu teste.

Usando a Segunda Lei de Newton, para análise do movimento do bloco entre o topo e a base da calha, teremos:

$$\begin{aligned}\vec{F} &= m \cdot \vec{a} = m \cdot \frac{\vec{\Delta v}}{\Delta t} = m \cdot \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t - t_0} \\ \therefore \vec{F} &= m \cdot \frac{\vec{v}}{t}\end{aligned}\tag{3.4}$$

Considerando o sistema como sendo conservativo, vamos fazer o balanço energético tomando como referência as posições 1 e 2, início e fim do movimento.

Energia Mecânica em 1 = Energia Mecânica em 2

$$\begin{aligned}U_{\text{gravitacional}} &= U_{\text{elástica do coco babaçu}} \\ m \cdot g \cdot (h + x) &= \frac{1}{2} k \cdot x^2 \\ \therefore k &= \frac{2 \cdot m \cdot g \cdot (h + x)}{x^2}\end{aligned}\tag{3.5}$$

Onde:

k = rigidez média do coco babaçu (constante elástica)

m = massa do bloco de impacto

g = aceleração da gravidade

h = altura de onde o bloco é lançado em queda livre

x = deformação sofrida pelo coco

Sendo que os valores de k e x devem ser encontrados experimentalmente. A força de impacto depende diretamente do trabalho de deformação (W) e do trabalho elástico do material do coco babaçu, assim teremos:

$$\vec{F} = \frac{1}{2} k \cdot x^2 \Rightarrow \vec{F} = k \cdot \frac{x}{2} \Rightarrow \vec{F} = \frac{m \cdot g \cdot (h + x)}{x}$$

$$\therefore \vec{F} = \frac{\vec{p} \cdot (h + x)}{x} \quad (3.6)$$

onde:

\vec{F} = força de impacto

\vec{p} = peso do bloco

A equação (3.5) permite o cálculo da força de impacto para cada teste de lançamento do bloco sobre o coco. Porém para encontrarmos a força média de impacto, vamos usar a seguinte equação:

$$\vec{F}_{\text{MÉDIA}} = \frac{\sum_{i=1}^n \vec{F}}{n} \quad (3.7)$$

Capítulo 4

Resultados e Discussão

4.1 Cálculo da perda de umidade do coco babaçu

Utilizamos para determinar a umidade o método gravimétrico conforme descrito já anteriormente.

Durante o ensaio as perdas e massas das amostras foram acompanhadas através da pesagem em balança analítica Sartorius, com precisão de 0,01 g no Laboratório de Química da Universidade Estadual do Maranhão. A quantificação constituiu-se em medir, semanalmente, um total de nove semanas a evolução da perda de massa de cada amostra conforme TABELA 4.1 e Figura 4.1.

De acordo com JANKOWSKY (1998), durante o processo de secagem por convecção ocorrem três estágios distintas, ilustrados na Figura 4.1, caracterizados pela variação na taxa de perda de umidade e que determinam a curva característica de secagem do material do coco.

O resultado das perdas de massa das amostras TABELA 4.1 mostram o comportamento característico do material (coco babaçu), com a taxa de secagem decrescendo com o tempo, ou seja, a medida em que diminui o teor da umidade, chegávamos ao ponto ideal para a quebra do coco babaçu. Os resultados da variação da taxa de secagem constam na TABELA 4.1 e Figura 4.1 e seguem o mesmo padrão observado na perda de massa.

A perda de umidade média total calculada, usando modelo indicado anteriormente, usando como base a TABELA 4.1, teve como resultado aproximadamente 7,38%.

Variação da umidade do coco com tempo no processo de secagem

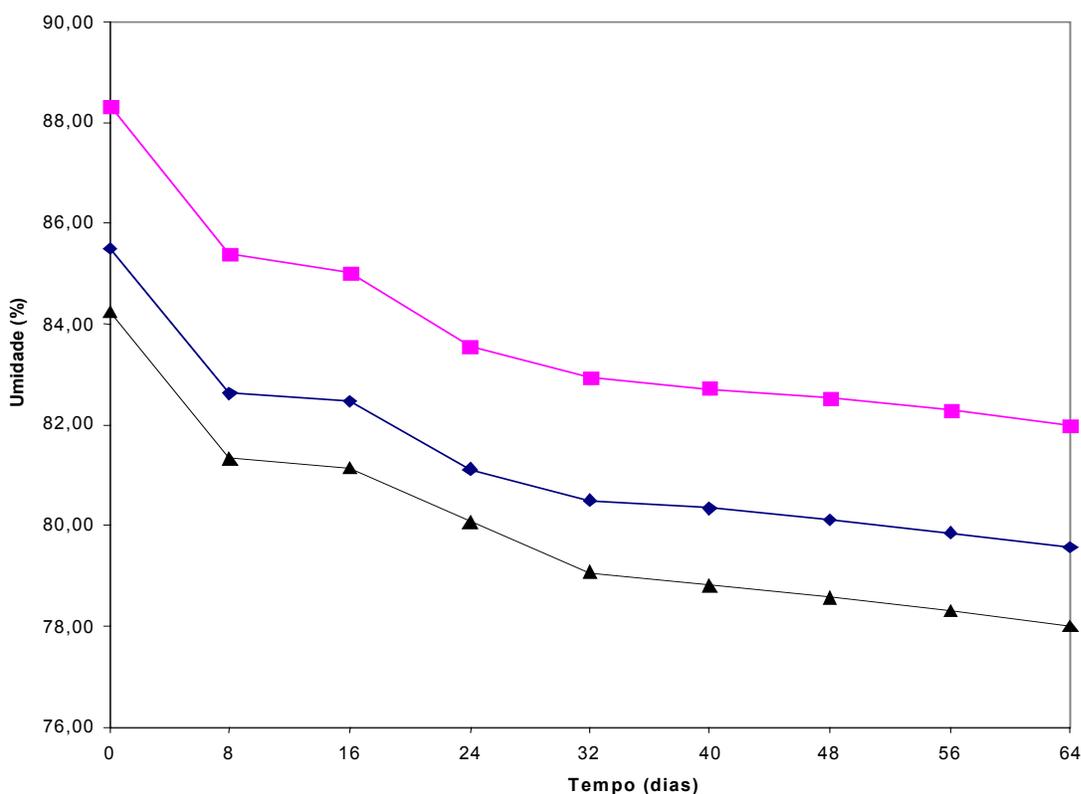


Figura 4.1: Variação da umidade do coco com tempo no processo de secagem

TABELA 4.1: Média das amostra em processo de secagem

| 1° Pes. | 2° Pes. | 3° Pes. | 4° Pes. | 5° Pes. | 6° Pes. | 7° Pes. | 8° Pes. | 9° Pes. |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 85496 | 82624 | 82473 | 81118 | 80507 | 80338 | 80117 | 79860 | 79565 |
| 88325 | 85408 | 85031 | 83551 | 82946 | 82717 | 82529 | 82282 | 81974 |
| 86023 | 83122 | 82881 | 81580 | 80842 | 80621 | 80401 | 80148 | 79849 |

Na tabela 4.1, observamos que houve um declínio considerável de umidade entre a primeira e segunda amostra em torno de 4,17%; que o maior declínio ocorreu entre as oito semanas de experimentação. Há uma regularidade no declínio da umidade a partir da quinta semana, em média de 6,41%, proporcionando, no momento da quebra, a soltura total da amêndoa do endocarpo do coco. Não foi observado a perda das propriedades organolépticas das amêndoas em função da densidade.

Concluimos que a maior variação de umidade no processo de secagem do babaçu se dá na primeira semana quando a umidade é plana em cada uma das amostras. Observamos que a massa da

amostra não determina em grandes proporções a diferentes umidade entre elas.

Em todas as amostras há convergência no declínio da umidade.

Não há diferença considerável entre a umidade da amostra proveniente da baixada e outra região onde as condições ambientais são diferentes. O que indica que a densidade do babaçu é praticamente uniformes nas regiões produtoras

O processo da descasca é facilitado à medida em que a umidade diminui, tornando-se ótima a partir da quinta semana. Concluímos que o processo de secagem é ótimo, quando a umidade girar em torno de (6,41%), que corresponde à quinta semana tanto para a descasca quanto para a quebra do babaçu.

No processo de quebra há uma correlação positiva entre o tempo de quebra, indicando um processo eficiente em torno 95%. Visando aumentar a eficiência de quebra para esse nível de umidade, podemos elevar a potência do choque na hora da quebra.

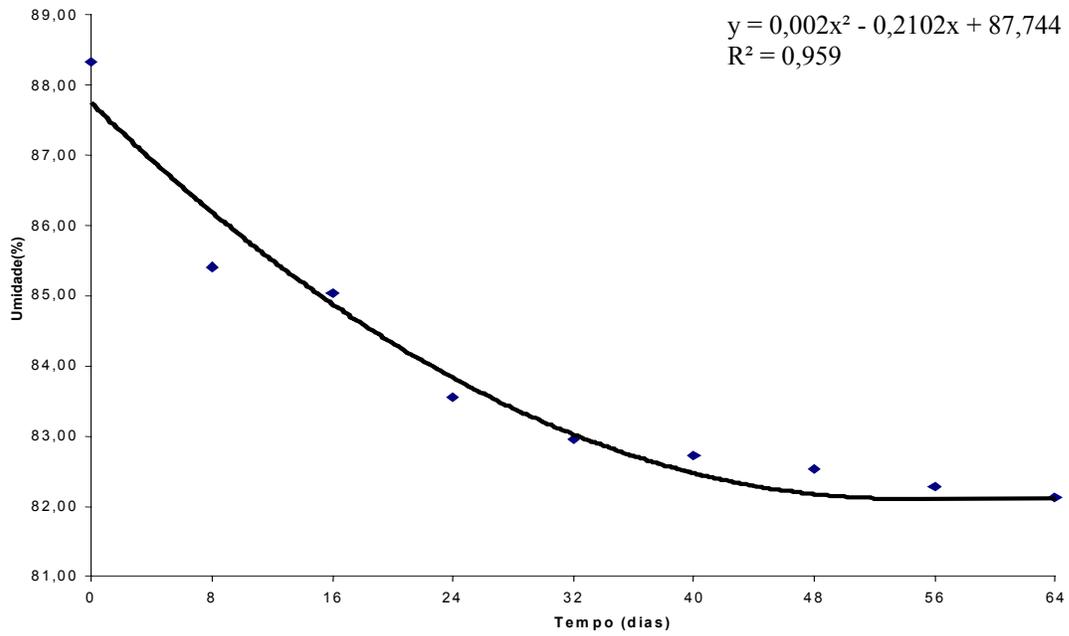


Figura 4.2: Variação da umidade do coco com tempo no processo de secagem

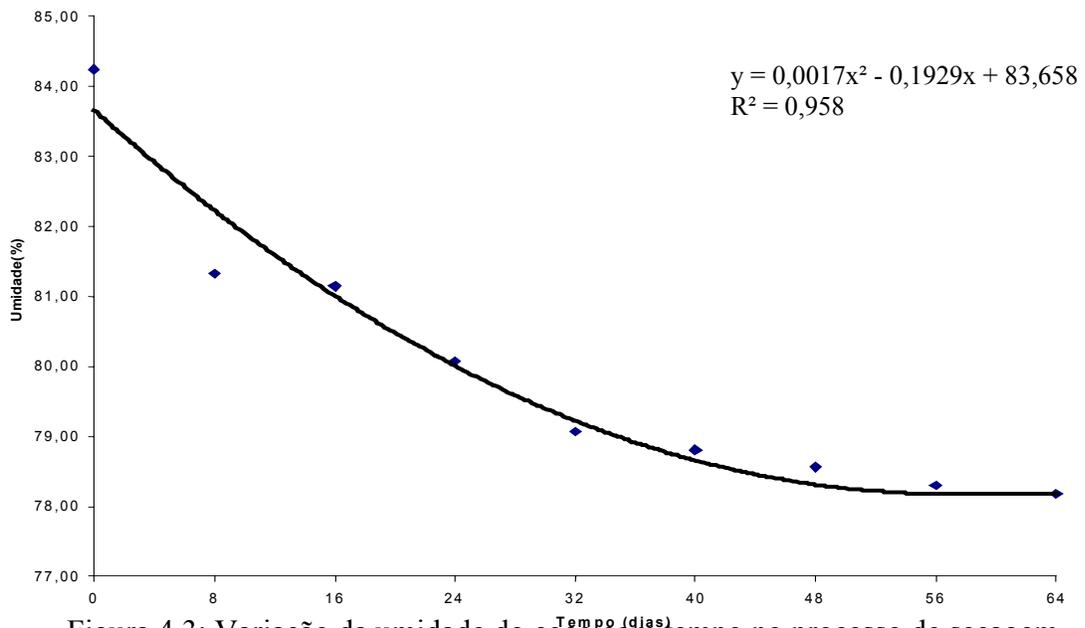


Figura 4.3: Variação da umidade do coco com tempo no processo de secagem

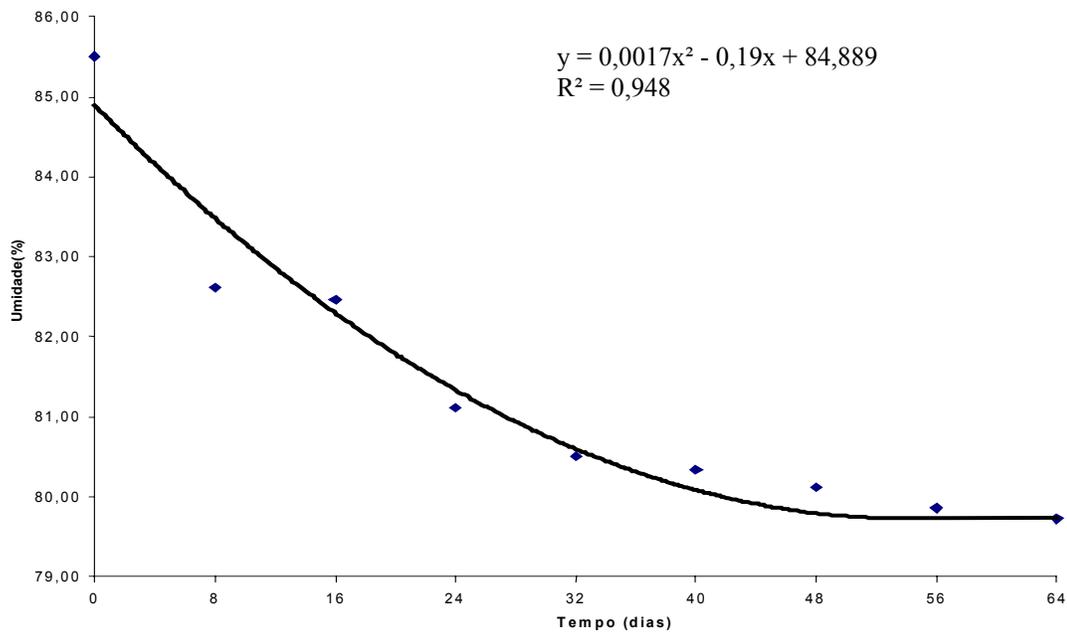


Figura 4.4: Variação da umidade do coco com tempo no processo de secagem

Os dados experimentais indicados na tabela 4.1 mostram o teor de umidade em função de tempo de secagem. A partir destes dados foram gerados os gráficos indicados nas figuras 4.2, 4.3 e 4.4, cujos coeficientes de correlação estão em torno de 95% indicando excelentes ajustes de curvas.

Foi calculada também a massa total das amêndoas de cada coco, o comprimento médio em (cm) e a quantidade total de amêndoas por fruto.

Para estas análises foram tomadas 44 amostras, com as quais procedemos as investigações, onde obtivemos os seguintes percentuais médios conforme TABELA 4.2

TABELA 4.2: Características Dimensionais da Amêndoa do Coco Babaçu

| | Quantidade por fruto | Comprimento médio (cm) | Massa total (g) |
|-------|----------------------|-------------------------|-------------------|
| Média | 3,52 | 3,31 | 8,06 |

A coluna D₀ mostra os diâmetros iniciais de uma amostra de seis cocos e o valor médio dos mesmos é 46,47 mm. As colunas seguintes mostram a evolução do decréscimo dos diâmetros e seus valores médios.

TABELA 4.3: Deformação do diâmetro do coco em função da altura.

| | ALTURAS | | | | | |
|--------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | H10 | H20 | H30 | H40 | H50 | |
| | D0 | D1 | D2 | D3 | D5 | |
| | 46,80 | 46,00 | 44,20 | 43,70 | 40,00 | 39,00 |
| | 48,50 | 47,00 | 45,60 | 44,20 | 43,00 | 40,00 |
| | 47,00 | 45,10 | 43,80 | 41,00 | 38,60 | 36,70 |
| | 44,50 | 44,00 | 42,50 | 38,30 | 36,00 | 33,40 |
| | 43,00 | 42,30 | 42,00 | 41,00 | 36,50 | 33,00 |
| | 49,00 | 49,00 | 48,00 | 47,00 | 44,00 | 40,00 |
| Médias | 46,47 | 45,57 | 44,35 | 42,53 | 39,68 | 37,02 |
| Deformações | | 0,019369 | 0,026701 | 0,040962 | 0,067006 | 0,067199 |

Os dados da tabela 4.3 geraram uma curva que quando ajustada nos deu uma função polinomial do tipo $Y = A+B1*X+B2*X^2$ e $R^2=0,94691$ que representa um bom ajuste. A Figura 4.5 informa que a deformação percentual em função da altura em que o bloco é abandonado é crescente.

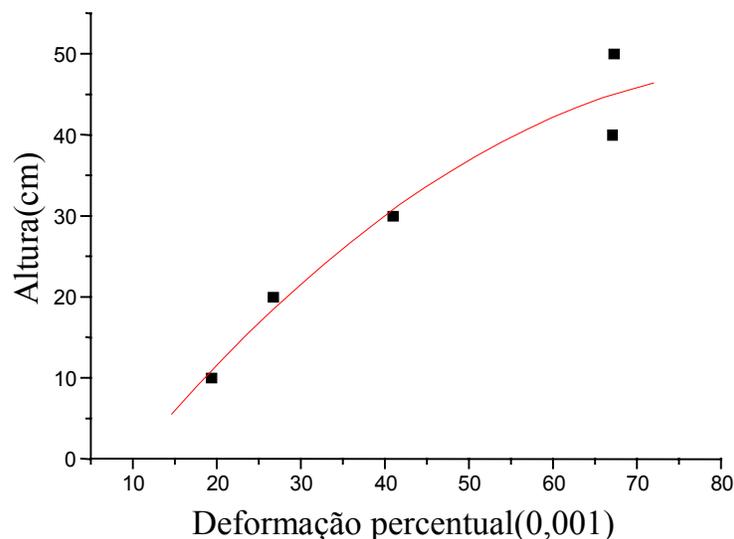


Figura 4.5: Força de impacto em função do diâmetro do coco e da altura

A coluna D₀ mostra os diâmetros iniciais de uma amostra de nove cocos e o valor médio dos mesmos que é 47,74 mm. As colunas seguintes mostram a evolução do decréscimo dos diâmetros e seus valores médios.

TABELA 4.4: Deformação do diâmetro do coco em função da altura

| | ALTURAS | | | | |
|--------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| | H10 | H20 | H30 | H40 | |
| | D0 | D1 | D2 | D3 | |
| | 48,30 | 47,70 | 43,60 | 41,35 | 35,00 |
| | 48,60 | 45,00 | 43,20 | 38,00 | 35,00 |
| | 49,50 | 47,70 | 46,10 | 41,00 | 36,50 |
| | 45,00 | 45,00 | 43,20 | 38,00 | 35,00 |
| | 47,10 | 45,30 | 44,00 | 42,40 | 38,00 |
| | 46,60 | 45,70 | 44,20 | 42,00 | 39,60 |
| | 47,00 | 46,00 | 45,00 | 41,00 | 37,00 |
| | 47,60 | 44,60 | 44,00 | 41,00 | 36,60 |
| | 50,00 | 48,10 | 47,00 | 40,10 | 38,00 |
| Médias | 47,74 | 46,12 | 44,48 | 40,54 | 36,74 |
| Deformações | | 0,033977 | 0,035654 | 0,088559 | 0,0936 |

Os dados da tabela 4.4 geraram uma curva que quando ajustada nos deu uma função polinomial do tipo $Y = A+B1*X+B2*X^2$ e $R^2=0,93908$ que representa um bom ajuste. A Figura 4.6 informa que a deformação percentual em função da altura em que o bloco é abandonado é crescente.

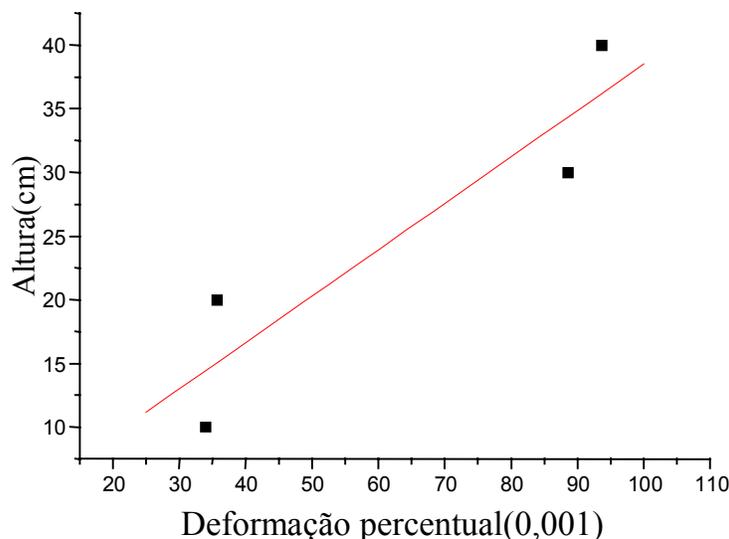


Figura 4.6: Deformação do diâmetro do coco em função da altura

A coluna D_0 mostra os diâmetros iniciais de uma amostra de nove cocos e o valor médio dos mesmos é 46,38 mm. As colunas seguintes mostram a evolução do decréscimo dos diâmetros e seus valores médios.

TABELA 4.5: Deformação do diâmetro do coco em função da altura

| | ALTURAS | | | |
|--------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | H10 | H20 | H30 | |
| | D0 | D1 | D2 | D3 |
| | 45,30 | 45,50 | 43,10 | 37,20 |
| | 45,70 | 44,50 | 41,70 | 37,00 |
| | 46,60 | 46,40 | 42,40 | 37,10 |
| | 43,80 | 42,00 | 40,70 | 36,00 |
| | 46,00 | 45,00 | 42,00 | 39,00 |
| | 46,00 | 45,00 | 45,00 | 39,00 |
| | 49,00 | 47,00 | 45,00 | 41,00 |
| | 47,00 | 47,00 | 44,00 | 40,00 |
| | 48,00 | 47,00 | 47,00 | 40,00 |
| Médias | 46,38 | 45,49 | 43,43 | 40,00 |
| Deformações | | 0,019166 | 0,045188 | 0,079048 |

Os dados da tabela 4.4 geraram uma curva que quando ajustada nos deu uma função polinomial do tipo $Y = A + B_1 * X + B_2 * X^2$ e $R^2 = 0,99705$ que representa um bom ajuste. A Figura 4.7 informa que a deformação percentual em função da altura em que o bloco é abandonado é crescente.

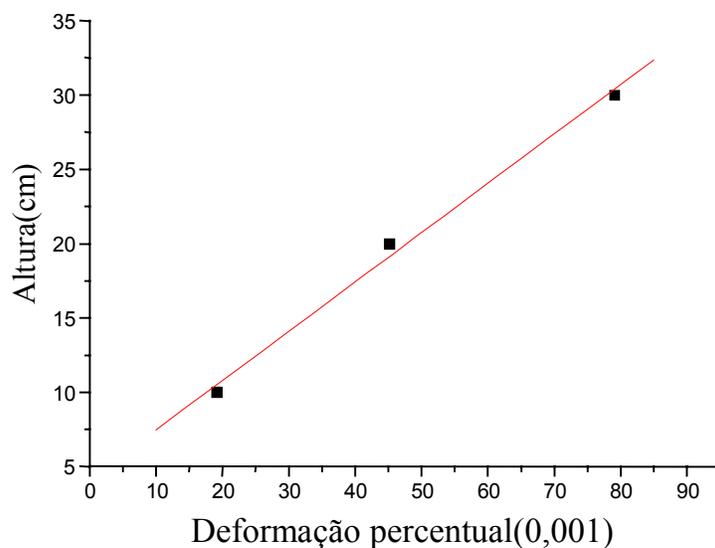


Figura 4.7: Força de impacto em função do diâmetro do coco e da altura

Capítulo 5

5.1 Conclusão

Após exaustivos testes e ensaios e possível afirmar que todas as hipóteses iniciais para a presente pesquisa foram confirmadas ou seja: quando o coco babaçu é coletado o mesmo possui um alto teor de umidade, fator este que é o principal responsável pela aderência da amêndoa ao endocarpo tornando assim a operação de extração da amêndoa uma atividade de grande dificuldade. Aliando-se a isto o fato da forma helipisoidica da amêndoa a distribuição randômica das amêndoas dentro do endocarpo fazem com que qualquer processo de extração destas amêndoas tentando-se cortar o coco torne-se um processo de baixa eficiência pois isto exigiria uma serie de operações que demandariam intervalos de tempo exageradamente grandes para uma operação rentável de extração de amêndoas de coco babaçu.

Verificou-se ainda, que a medida que secava-se o coco, este ao perder umidade, tinha o seu volume ligeiramente diminuído, onde ocorria uma diminuição proporcionalmente maior no volume das amêndoas, possibilitando assim, que estas se desprendessem do endocarpo no interior da sua cavidade sede fenômeno este que pode ser confirmada através de observação do som produzido pelas amêndoas ao chacoalharem dentro do coco quando submetido a pequenos abalos sucessivos, sendo este fenômeno percebido em geral após a quinta semana em que o coco era exposto ao processo de secagem natural.

Para esta pesquisa, este é o indicativo perfeito para, a partir daí, iniciarmos um processo automático de extração destas amêndoas pelo processo de impacto pois ao romper-se o coco por impacto, durante esta operação, as amêndoas descoladas do endocarpo, se separariam naturalmente deste mesmo endocarpo necessitando-se ai, desenvolvermos um processo para separação das amêndoas do coco babaçu extraídas na operação de quebra por impacto dos fragmentos do

endocarpo, mesocarpo e epicarpo obtidos desta mesma operação de quebra, o que não é objetivo desta pesquisa mas, que poderá ser desenvolvida em outra oportunidade como instrumento de complemento do dispositivo de extração automática de amêndoas de coco babaçu.

Referencias Bibliográfica

ALMEIDA, A. L. W. B. *Alternativas econômica sustentáveis para a população rural da região do babaçu*. Amazônia Oriental. GERU, São Luís, abril de 2000.

_____. de. *Economia do Babaçu: Levantamento preliminar de dados, Babaçu-economia 2 – quebradeira de coco babaçu-São Luís*, MIQCB-Balaios Typhografia, 2001.

AMARAL, J. Filho *A economia política do babaçu; um estudo de extrato-industria do babaçu no Maranhão e suas tendências*. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, departamento de economia 1983. (tese de mestrado).

ANDERSON, A., Anderson, S. *People and the palm forst: biology and utilization of babassu palm in Maranhão, Brazil*, Gainesville, University of Florida, 1983.

BELICK, M. J. PINHEIRO, C. U. & ANDERSON, A. B. *Hybridization in the babassu palm complex, I Orbgnya phalerata x Orbgnya eichleri*: American Journal of Botany, 74 (7): 1013 – 1032, 1987.

BNB – Banco do Nordeste do Brasil e Outros. *Protocolo de Intenções*. Lago do Junco, novembro de 1999.

BRANDÃO, A.T.O. *Determinação de metodologias para indicação de programas de secagem de madeira*. Piracicaba, 1989. 100p. (Dissertação de Mestrado) Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

COPENAT – Companhia de Pesquisa e Aproveitamento de Recursos Naturais & Instituto Estadual do Babaçu – INEB. *Mapeamento das ocorrências e prospecção do potencial atual do babaçu no*

Maranhão, São Luís, 1981.

DNSC – Departamento Nacional de Serviço de Comercialização, Divisão de Inspeção. *Curso de classificação produtos de origem vegetal coco de babaçu*. Padronização e classificação. Brasília – DF, volume I.

EMAPA – *Proposta para a criação de uma unidade de apoio ao programa de pesquisa de babaçu no Maranhão*. Secretaria da Agricultura do Estado do Maranhão, São Luís, 1987.

EMBRAPA – *Pograma Nacional de Pesquisa de Babaçu*, Teresina, setembro, 1983.

FIGUEREDO, M. A de S. C., Dias, L. *Projetos de apoio institucional ao movimento interestadual das quebradeiras de coco babaçu*, MIQCB. São Luís – 2000.

FIPES. *Realidade e perspectivas do babaçu*; mesa redonda. São Luís, 1982.

FRAZÃO, J M. F. *Diagnóstico da pesquisa agropecuária do babaçu na última década*. In; Workshop babaçu: alternativas políticas, sociais e tecnológicas para o desenvolvimento sustentável; Anais, EMAPA, São Luís, 1992, p. 33 – 55.

_____. *Projeto quebra como: alternativa econômicas para agricultura familiar assentada em área de ecossistema de babaçuais*, Anais, 2001.

FTI. *Babaçu*; avaliação – técnica – econômica como fonte de energia. Rio de Janeiro, 1982.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo agropecuário do Maranhão*, 1995 – 96.

INCOPERA, Frank P & Dewitt, David P. *Fundamentos de transferência de calor e massa*. Tad. Rio de Janeiro, LTDC, 1990.

JANKOWSKY, I. P.; BILIA, F. A. C.; DUCATTI, M. A. *Ensaio rápidos para determinação de programas de secagem*. Relatório Técnico CNPq 510555/93-4 Piracicaba, 1997, 12p.

KILTIE, R. A. *Bite force as a basis for niche differentiation between rainforest peccaries (Tayassu*

tajuca and T. pecari). *Biotropica*, 14: 188-195, 1982.

KONO, A. *Alternativas de Mercado e Comercialização do Babaçu e seus Subprodutos*. In: Workshop babaçu: alternativas políticas sociais e tecnológicas para o desenvolvimento sustentável; Anais, EMAPA. São Luís, 1992, p. 72 – 85.

_____. *Da necessidade programar o desenvolvimento do babaçu*. São Luís, 1976.

MALTAR, H. *Industrialization of the babassu palm nut: the need for an ecocodevelopment approach*, In: Conference on Ecocodevelopment and Ecofarming. Seminar Center of the German Foundation for International Development, Berlin, May 31 June, 1979.

MARKLEY, K. S. *Report of the babaçu oil palm industry of Brazil*. Rio de Janeiro, USAID Mission to Brazil, 1963.

MARTINS, V. A. *Secagem de madeira ao ar livre na região do Distrito Federal*, Brasília: IBDF, 1986 18p (IBDF. Série Técnica, 14).

MAY, P., Anderson, A., Balick, M & Frazão, J. M. *Subsistence benefits from the babassu palm (Orbignya martiana)*. *Economic Botany*, 39:113 – 129, 1985.

MAY, P., Anderson, A., Frazão J. M. & Balick, M. *Babassu palm in the agroforestry systems of Mid – North Brazil*. *Agroforestry Systems*, 3: 275 – 295, 1985.

MAY, Peter Herman, *Palmeiras em chama; transformação agrária e justiça social na zona do babaçu*. Trad. Linda Maria de Pontes Godin. São Luís, EMAPA/FINEP/Fundação Ford, 4: 127 – 128, 1990.

MENDES, A. M. & Carioca, J. O. *Babaçu*; vol. 3. Estudo integrado do uso potencial de biomassa para fins energético no Brasil. Fortaleza, Ceará, IPT – CAEEB, 1979, 1981.

MENDES, A. M. *Monografia do babaçu*. São Luís, Comissão Estadual de Planejamento Agropecuário, Estado do Maranhão.

MIC/STI. *Mapeamento e levantamento do potencial das ocorrências de babaçu – Estados do*

Maranhão, Piauí, Mato Grosso e Goiás. Brasília, Ministério da Indústria e Comércio, 1982.

NOVAES, D. *Valor nutritivo da farinha de babaçu*. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Veterinária, 1952.

PARENTE, E. J. de S. *Alternativas tecnológicas para o processamento do coco babaçu e subprodutos*. In: Wokshop babaçu: alternativas políticas, sociais e tecnológicas para o desenvolvimento sustentável; Anais, EMAPA. São Luís, 1992, p. 56 – 71.

PINHEIRO, C. V. B. *Pesquisa e desenvolvimento com o babaçu*. Material informativo fornecido ao Grupo PENSA – USP Reorganização do agronegócio do babaçu no Estado do Maranhão – São Paulo, USP – 2000.

_____. *Recursos vegetais no Maranhão: aproveitamento, potencial e conservação*, 1987.

PRANCE, Ghillean Tolmie – *Manual de botânica econômica do Maranhão*.

RASMUSSEN, E. F. *Drying kiln operator's Manual*. Madison: USDA, Forest service, Forest Products Laboratory, 1968, 197p.

SA, S. M. Oliveira. *Síntese e caracterização de compostos derivados do óleo de coco babaçu (Orbignya phalerata)*. – Seminário em Química (SQM – 790). S. Carlos – USP – 1997.

SANTOS, Gilson Roberto Vasconcelos dos. *Otimização da secagem de madeira de Eucalyptus Grandis [HILLEX MAIDEN]* Piracicaba – São Paulo – 2002, 70p. Dissertação (Mestrado).

SHEREVE, R. Morres, Joseph A. Brink, J – *Industria de processos químicos*, 4ª Edição – Editora Guanabara – 1977, RJ.

TEIXEIRA, L. J. R. *Industrialização da casaca do coco do babaçu*. Rio de Janeiro, Ministério de Viação e Obras Públicas, 1953.

TEIXEIRA, M. A. *La Industria Brasileira de Extracion de aceite de palma de babassu: Um nuevo enfoque*. Comunicaciones – III Congresso Florestal Español, Granada, 2, arquivo ponencias html/1329, htm 2001.

_____. *Biomassa de Babaçu no Brasil*. Campinas, S.P – Brasil. Disponível em www.tem.unicamp.br/mteixeira.

VIVACDUA, A. Filho. *Quebra e aproveitamento integral do babaçu*. Rio de Janeiro, Ministério de Minas e Energia, 1959.

WISNIEWSKI, A., MELO, C. F. M. de. *Babaçu e a causa energética*. EMBRAPA – CPATU, Documento, 2 setembro 1981.

ZYLBERSZT, Decio. *Reorganização do agronegócio do babaçu no Estado do Maranhão* – Grupo PENSA 2000.

ANEXOS

Tabela Anexo 1: Declínio do Peso do Coco em Processo de Secagem

| Amostra | Peso do Coco Verde | 1ª pesagem | 2ª pesagem | 3ª pesagem | 4ª pesagem | 5ª pesagem | 6ª pesagem | 7ª pesagem | 8ª pesagem |
|--------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | 17.09.02 | 25.09.02 | 03.10.02 | 14.10.02 | 22.10.02 | 30.10.02 | 08.11.02 | 18.11.02 |
| 1ª | 83.435 | 79.952 | 79.842 | 78.221 | 77.924 | 77.902 | 77.681 | 77.233 | 77.002 |
| 2ª | 83.772 | 81.355 | 81.245 | 79.816 | 79.541 | 79.410 | 79.321 | 79.095 | 78.868 |
| 3ª | 95.011 | 91.973 | 91.740 | 89.828 | 89.113 | 88.978 | 88.455 | 88.171 | 87.984 |
| 4ª | 86.032 | 83.737 | 83.584 | 82.181 | 81.533 | 81.447 | 81.302 | 81.054 | 80.982 |
| 5ª | 95.619 | 92.352 | 92.199 | 90.492 | 90.132 | 89.875 | 89.458 | 89.061 | 88.989 |
| 6ª | 75.563 | 72.993 | 72.840 | 71.357 | 70.980 | 70.896 | 70.693 | 70.334 | 70.038 |
| 7ª | 81.372 | 78.911 | 78.758 | 77.732 | 77.333 | 77.242 | 77.050 | 76.978 | 76.690 |
| 8ª | 77.510 | 74.680 | 74.527 | 72.767 | 72.296 | 72.275 | 72.067 | 71.984 | 71.565 |
| 9ª | 91.838 | 89.000 | 88.847 | 87.435 | 86.924 | 86.862 | 86.668 | 86.274 | 85.937 |
| 10ª | 74.091 | 70.714 | 70.604 | 69.105 | 68.735 | 68.643 | 68.556 | 68.294 | 68.010 |
| 11ª | 89.575 | 86.968 | 86.795 | 85.415 | 85.240 | 85.041 | 85.032 | 84.995 | 84.543 |
| 12ª | 99.086 | 94.806 | 94.653 | 92.397 | 91.591 | 91.400 | 91.177 | 90.942 | 90.565 |
| 13ª | 76.950 | 73.789 | 73.616 | 73.482 | 73.212 | 73.173 | 73.078 | 72.938 | 72.635 |
| 14ª | 85.842 | 83.167 | 83.014 | 81.609 | 81.288 | 81.166 | 81.085 | 80.928 | 80.628 |
| 15ª | 77.143 | 74.409 | 73.106 | 72.406 | 72.390 | 72.336 | 72.314 | 72.310 | 72.245 |
| 16ª | 83.124 | 79.814 | 79.641 | 78.261 | 77.862 | 77.806 | 77.648 | 77.239 | 77.000 |
| 17ª | 84.071 | 81.756 | 81.583 | 80.441 | 80.040 | 80.000 | 79.992 | 79.636 | 79.336 |
| 18ª | 82.371 | 79.057 | 78.987 | 78.948 | 76.325 | 76.295 | 76.002 | 75.990 | 75.656 |
| 19ª | 87.591 | 85.328 | 85.175 | 83.905 | 83.461 | 83.215 | 82.985 | 82.664 | 82.305 |
| 20ª | 88.719 | 86.565 | 86.392 | 84.884 | 84.250 | 84.011 | 83.980 | 83.467 | 83.184 |
| 21ª | 79.997 | 77.439 | 77.266 | 75.719 | 75.218 | 75.046 | 74.955 | 74.554 | 74.296 |
| 22ª | 71.291 | 69.146 | 69.036 | 67.886 | 67.522 | 67.336 | 67.030 | 66.989 | 66.983 |
| 23ª | 83.791 | 81.375 | 81.222 | 79.707 | 79.107 | 78.966 | 78.363 | 78.280 | 77.995 |
| 24ª | 97.751 | 93.852 | 93.679 | 91.876 | 91.180 | 90.998 | 90.459 | 90.287 | 90.059 |
| 25ª | 79.396 | 77.070 | 76.960 | 75.610 | 75.020 | 74.982 | 74.963 | 74.147 | 74.068 |
| 26ª | 89.543 | 86.310 | 84.875 | 84.494 | 84.154 | 84.143 | 84.103 | 84.046 | 84.033 |
| 27ª | 87.083 | 84.778 | 84.605 | 83.987 | 82.828 | 82.474 | 82.215 | 82.107 | 81.989 |
| 28ª | 82.317 | 78.630 | 78.477 | 77.392 | 76.837 | 75.889 | 75.668 | 75.221 | 75.008 |
| 29ª | 97.065 | 94.641 | 94.488 | 92.684 | 91.897 | 91.583 | 91.446 | 91.135 | 90.995 |
| 30ª | 97.925 | 94.759 | 94.586 | 93.503 | 91.829 | 91.451 | 91.045 | 90.876 | 89.352 |
| Média Geral | 85.496 | 82.624 | 82.473 | 81.118 | 80.507 | 80.338 | 80.117 | 79.860 | 79.565 |

Tabela Anexo 1: Declínio do Peso do Coco no Processo de Secagem

Continuação

| Amostra | Peso do Coco Verde | 1ª pesagem | 2ª pesagem | 3ª pesagem | 4ª pesagem | 5ª pesagem | 6ª pesagem | 7ª pesagem | 8ª pesagem |
|--------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | 17.09.02 | 25.09.02 | 03.10.02 | 14.10.02 | 22.10.02 | 30.10.02 | 08.11.02 | 18.11.02 |
| 31ª | 97.925 | 94.759 | 94.586 | 93.503 | 91.829 | 91.451 | 91.045 | 90.876 | 89.352 |
| 32ª | 74.071 | 71.178 | 71.068 | 69.873 | 69.455 | 69.118 | 68.980 | 68.238 | 67.001 |
| 33ª | 88.469 | 85.885 | 84.335 | 83.556 | 82.885 | 82.445 | 82.405 | 82.377 | 82.378 |
| 34ª | 82.930 | 80.257 | 80.147 | 78.908 | 78.573 | 78.244 | 78.006 | 77.985 | 77.387 |
| 35ª | 81.262 | 78.025 | 77.915 | 76.510 | 76.076 | 75.985 | 75.686 | 75.357 | 75.213 |
| 36ª | 95.619 | 92.352 | 92.199 | 90.492 | 90.132 | 89.875 | 89.458 | 89.061 | 88.989 |
| 37ª | 95.011 | 91.973 | 91.740 | 89.828 | 89.113 | 88.978 | 88.455 | 88.171 | 87.984 |
| 38ª | 97.065 | 94.641 | 94.488 | 92.684 | 91.897 | 91.583 | 91.466 | 91.135 | 90.995 |
| 39ª | 77.360 | 75.218 | 75.108 | 73.895 | 73.464 | 73.256 | 73.001 | 72.954 | 72.681 |
| 40ª | 88.764 | 86.385 | 85.450 | 85.350 | 85.075 | 84.985 | 84.890 | 84.860 | 84.850 |
| 41ª | 88.442 | 85.766 | 85.593 | 84.421 | 83.729 | 83.510 | 83.394 | 83.258 | 83.000 |
| 42ª | 100.978 | 98.018 | 97.908 | 95.907 | 95.236 | 95.006 | 94.906 | 94.459 | 94.170 |
| 43ª | 88.189 | 84.883 | 84.710 | 83.345 | 82.886 | 82.719 | 82.435 | 82.406 | 82.130 |
| 44ª | 77.966 | 75.950 | 75.777 | 74.362 | 73.865 | 73.780 | 73.553 | 73.319 | 73.182 |
| 45ª | 85.007 | 82.177 | 82.067 | 80.829 | 80.207 | 80.168 | 80.107 | 79.944 | 79.639 |
| 46ª | 87.345 | 84.307 | 84.197 | 82.928 | 82.431 | 82.267 | 82.127 | 81.997 | 81.447 |
| 47ª | 79.847 | 76.538 | 76.365 | 74.222 | 73.679 | 73.290 | 73.284 | 73.002 | 72.981 |
| 48ª | 95.203 | 92.500 | 92.327 | 90.749 | 90.324 | 90.103 | 90.078 | 89.614 | 89.481 |
| 49ª | 89.631 | 86.641 | 86.488 | 84.894 | 84.320 | 84.100 | 84.018 | 83.942 | 83.617 |
| 50ª | 82.317 | 78.630 | 78.477 | 77.392 | 76.837 | 75.889 | 75.668 | 75.221 | 75.008 |
| 51ª | 87.642 | 85.028 | 84.918 | 83.489 | 83.025 | 82.990 | 82.901 | 82.422 | 82.150 |
| 52ª | 85.139 | 82.025 | 81.915 | 80.035 | 79.305 | 79.066 | 79.005 | 78.976 | 78.625 |
| 53ª | 91.864 | 89.395 | 89.242 | 87.667 | 87.102 | 87.052 | 86.987 | 86.984 | 86.542 |
| 54ª | 78.660 | 76.535 | 76.382 | 74.595 | 74.141 | 73.994 | 73.984 | 73.478 | 73.375 |
| 55ª | 97.874 | 94.219 | 94.109 | 91.911 | 91.151 | 90.994 | 90.444 | 90.316 | 90.046 |
| 56ª | 93.380 | 90.606 | 90.433 | 89.049 | 88.601 | 88.452 | 88.274 | 88.123 | 87.991 |
| 57ª | 105.504 | 101.316 | 101.206 | 99.208 | 98.526 | 98.224 | 98.204 | 98.000 | 97.981 |
| 58ª | 89.663 | 86.712 | 86.539 | 85.055 | 84.648 | 84.290 | 84.232 | 84.007 | 83.986 |
| 59ª | 88.375 | 88.142 | 81.032 | 80.895 | 79.428 | 79.169 | 79.129 | 78.684 | 78.284 |
| 60ª | 78.247 | 73.687 | 73.514 | 72.563 | 72.088 | 71.994 | 71.432 | 71.160 | 70.986 |
| Média Geral | 88.325 | 85.408 | 85.031 | 83.551 | 82.946 | 82.717 | 82.529 | 82.282 | 81.974 |

Tabela Anexo 1: Declínio do Peso do Coco no Processo de Secagem

Continuação

| Amostra | Peso do Coco Verde | 1ª pesagem | 2ª pesagem | 3ª pesagem | 4ª pesagem | 5ª pesagem | 6ª pesagem | 7ª pesagem | 8ª pesagem |
|--------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | 17.09.02 | 25.09.02 | 03.10.02 | 14.10.02 | 22.10.02 | 30.10.02 | 08.11.02 | 18.11.02 |
| 61 ^a | 88.337 | 84.869 | 84.696 | 82.744 | 81.110 | 80.989 | 80.978 | 80.430 | 80.365 |
| 62 ^a | 78.665 | 72.841 | 72.668 | 72.314 | 71.840 | 71.287 | 70.618 | 70.309 | 70.002 |
| 63 ^a | 88.918 | 86.014 | 85.904 | 84.470 | 84.055 | 83.972 | 83.958 | 83.870 | 83.601 |
| 64 ^a | 81.378 | 78.899 | 78.726 | 77.090 | 76.465 | 76.215 | 76.101 | 75.980 | 75.652 |
| 65 ^a | 80.111 | 77.542 | 77.369 | 76.207 | 75.803 | 75.649 | 75.387 | 75.374 | 75.031 |
| 66 ^a | 86.688 | 83.402 | 83.369 | 81.683 | 81.235 | 81.017 | 81.002 | 80.967 | 80.573 |
| 67 ^a | 74.527 | 71.872 | 71.699 | 71.574 | 70.402 | 70.235 | 70.018 | 69.878 | 69.449 |
| 68 ^a | 78.564 | 74.395 | 73.745 | 73.568 | 71.701 | 71.378 | 71.019 | 70.974 | 70.460 |
| 69 ^a | 92.502 | 89.360 | 89.207 | 89.186 | 86.541 | 86.450 | 86.100 | 85.985 | 85.699 |
| 70 ^a | 76.735 | 74.371 | 74.218 | 72.956 | 72.474 | 72.220 | 71.971 | 71.548 | 71.260 |
| 71 ^a | 88.651 | 83.686 | 83.383 | 82.859 | 80.956 | 80.513 | 80.201 | 79.884 | 79.427 |
| 72 ^a | 89.448 | 86.373 | 86.220 | 85.914 | 84.536 | 84.210 | 84.000 | 83.984 | 83.514 |
| 73 ^a | 88.719 | 86.565 | 86.392 | 84.884 | 84.250 | 84.011 | 83.980 | 83.467 | 83.184 |
| 74 ^a | 79.997 | 77.439 | 76.553 | 75.719 | 75.218 | 75.146 | 74.123 | 75.118 | 74.906 |
| 75 ^a | 82.371 | 79.058 | 78.987 | 78.948 | 76.325 | 76.295 | 76.002 | 75.990 | 75.656 |
| 76 ^a | 84.071 | 81.756 | 81.583 | 80.441 | 80.040 | 80.000 | 79.992 | 79.636 | 79.336 |
| 77 ^a | 87.591 | 86.328 | 85.375 | 84.880 | 84.550 | 84.460 | 84.430 | 84.374 | 84.333 |
| 78 ^a | 81.408 | 79.398 | 79.225 | 78.122 | 77.674 | 77.469 | 77.200 | 76.998 | 76.896 |
| 79 ^a | 93.555 | 91.553 | 91.380 | 89.043 | 88.952 | 88.911 | 88.311 | 88.174 | 88.047 |
| 80 ^a | 90.882 | 88.775 | 87.916 | 87.743 | 85.190 | 85.018 | 84.880 | 84.538 | 84.268 |
| 81 ^a | 96.679 | 92.640 | 92.467 | 91.736 | 90.246 | 89.944 | 89.475 | 89.140 | 88.239 |
| 82 ^a | 78.851 | 76.834 | 76.661 | 75.557 | 75.234 | 75.074 | 74.965 | 74.544 | 74.305 |
| 83 ^a | 88.756 | 86.181 | 86.071 | 84.804 | 84.169 | 84.014 | 83.983 | 83.589 | 83.262 |
| 84 ^a | 80.178 | 78.090 | 77.980 | 76.588 | 75.053 | 74.929 | 74.429 | 74.048 | 73.983 |
| 85 ^a | 84.924 | 82.733 | 82.560 | 80.671 | 79.405 | 78.640 | 78.400 | 78.127 | 77.989 |
| 86 ^a | 85.501 | 82.949 | 82.776 | 81.225 | 80.714 | 80.394 | 80.084 | 79.970 | 79.532 |
| 87 ^a | 83.500 | 81.142 | 81.042 | 80.037 | 79.672 | 78.608 | 78.373 | 78.007 | 77.980 |
| 88 ^a | 86.595 | 82.830 | 82.657 | 81.668 | 80.232 | 79.619 | 79.158 | 78.983 | 78.649 |
| 89 ^a | 63.066 | 59.650 | 59.447 | 58.688 | 58.061 | 57.932 | 57.330 | 57.070 | 56.986 |
| 90 ^a | 86.239 | 83.515 | 83.342 | 81.761 | 81.138 | 81.009 | 80.836 | 80.400 | 80.340 |
| Média Geral | 84.247 | 81.335 | 81.138 | 80.070 | 79.072 | 78.809 | 78.556 | 78.303 | 78.010 |

Tabela Anexo 2: Referente ao % de Decréscimo de Umidade

| Amostra | Perda 1 | Perda 2 | Perda 3 | Perda 4 | Perda 5 | Perda 6 | Perda 7 | Perda 8 | Perda Total de Umidade |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|
| | 17.09.02 | 25.09.02 | 03.10.02 | 14.10.02 | 22.10.02 | 30.10.02 | 08.11.02 | 18.11.02 | |
| 1ª | 4,17% | 0,14% | 2,03% | 0,38% | 0,03% | 0,28% | 0,58% | 0,30% | 7,91% |
| 2ª | 2,89% | 0,14% | 1,76% | 0,34% | 0,16% | 0,11% | 0,28% | 0,29% | 5,97% |
| 3ª | 3,20% | 0,25% | 2,08% | 0,80% | 0,15% | 0,59% | 0,32% | 0,21% | 7,60% |
| 4ª | 2,67% | 0,18% | 1,68% | 0,79% | 0,11% | 0,18% | 0,31% | 0,09% | 5,99% |
| 5ª | 3,42% | 0,17% | 1,85% | 0,40% | 0,29% | 0,46% | 0,44% | 0,08% | 7,11% |
| 6ª | 3,40% | 0,21% | 2,04% | 0,53% | 0,12% | 0,29% | 0,51% | 0,42% | 7,51% |
| 7ª | 3,02% | 0,19% | 1,30% | 0,51% | 0,12% | 0,25% | 0,09% | 0,37% | 5,87% |
| 8ª | 3,65% | 0,20% | 2,36% | 0,65% | 0,03% | 0,29% | 0,12% | 0,58% | 7,88% |
| 9ª | 3,09% | 0,17% | 1,59% | 0,58% | 0,07% | 0,22% | 0,45% | 0,39% | 6,58% |
| 10ª | 4,56% | 0,16% | 2,12% | 0,54% | 0,13% | 0,13% | 0,38% | 0,42% | 8,43% |
| 11ª | 2,91% | 0,20% | 1,59% | 0,20% | 0,23% | 0,01% | 0,04% | 0,53% | 5,72% |
| 12ª | 4,32% | 0,16% | 2,38% | 0,87% | 0,21% | 0,24% | 0,26% | 0,41% | 8,86% |
| 13ª | 4,11% | 0,23% | 0,18% | 0,37% | 0,05% | 0,13% | 0,19% | 0,42% | 5,68% |
| 14ª | 3,12% | 0,18% | 1,69% | 0,39% | 0,15% | 0,10% | 0,19% | 0,37% | 6,20% |
| 15ª | 4,35% | 0,23% | 1,79% | 0,51% | 0,11% | 0,12% | 0,13% | 0,59% | 7,84% |
| 16ª | 3,98% | 0,22% | 1,73% | 0,51% | 0,07% | 0,20% | 0,53% | 0,31% | 7,55% |
| 17ª | 2,75% | 0,21% | 1,40% | 0,50% | 0,05% | 0,01% | 0,45% | 0,38% | 5,75% |
| 18ª | 4,02% | 0,09% | 0,05% | 3,32% | 0,04% | 0,38% | 0,02% | 0,44% | 8,36% |
| 19ª | 2,58% | 0,18% | 1,49% | 0,53% | 0,29% | 0,28% | 0,39% | 0,43% | 6,18% |
| 20ª | 2,43% | 0,20% | 1,75% | 0,75% | 0,28% | 0,04% | 0,61% | 0,34% | 6,39% |
| 21ª | 3,20% | 0,22% | 2,00% | 0,66% | 0,23% | 0,12% | 0,53% | 0,35% | 7,32% |
| 22ª | 3,01% | 0,16% | 1,67% | 0,54% | 0,28% | 0,45% | 0,06% | 0,01% | 6,17% |
| 23ª | 2,88% | 0,19% | 1,87% | 0,75% | 0,18% | 0,76% | 0,11% | 0,36% | 7,10% |
| 24ª | 3,99% | 0,18% | 1,92% | 0,76% | 0,20% | 0,59% | 0,19% | 0,25% | 8,09% |
| 25ª | 2,93% | 0,14% | 1,75% | 0,78% | 0,05% | 0,03% | 1,09% | 0,11% | 6,88% |
| 26ª | 3,61% | 0,13% | 1,86% | 0,64% | 0,14% | 0,66% | 0,16% | 0,26% | 7,46% |
| 27ª | 2,65% | 0,20% | 0,73% | 1,38% | 0,43% | 0,31% | 0,13% | 0,14% | 5,98% |
| 28ª | 4,48% | 0,19% | 1,38% | 0,72% | 1,23% | 0,29% | 0,59% | 0,28% | 9,17% |
| 29ª | 2,50% | 0,16% | 1,91% | 0,85% | 0,34% | 0,15% | 0,34% | 0,15% | 6,40% |
| 30ª | 3,23% | 0,18% | 1,14% | 1,79% | 0,41% | 0,44% | 0,19% | 1,68% | 9,07% |
| Média Geral | 3,37% | 0,18% | 1,64% | 0,74% | 0,21% | 0,27% | 0,32% | 0,37% | 7,10% |

Tabela Anexo 2: Referente ao % de Decréscimo de Umidade

Continuação

| Amostra | Perda 1 17.09.02 | Perda 2 25.09.02 | Perda 3 03.10.02 | Perda 4 14.10.02 | Perda 5 22.10.02 | Perda 6 30.10.02 | Perda 7 08.11.02 | Perda 8 18.11.02 | Perda Total de Umidade |
|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|
| 31 ^a | 3,23% | 0,18% | 1,14% | 1,79% | 0,41% | 0,44% | 0,19% | 1,68% | 9,07% |
| 32 ^a | 3,91% | 0,15% | 1,68% | 0,60% | 0,49% | 0,20% | 1,08% | 1,81% | 9,91% |
| 33 ^a | 4,39% | 0,20% | 2,44% | 0,73% | 0,15% | 0,32% | 0,12% | 0,33% | 8,69% |
| 34 ^a | 3,22% | 0,14% | 1,55% | 0,42% | 0,42% | 0,30% | 0,03% | 0,77% | 6,85% |
| 35 ^a | 3,98% | 0,14% | 1,80% | 0,57% | 0,12% | 0,39% | 0,43% | 0,19% | 7,63% |
| 36 ^a | 3,42% | 0,17% | 1,85% | 0,40% | 0,29% | 0,46% | 0,44% | 0,08% | 7,11% |
| 37 ^a | 3,20% | 0,25% | 2,08% | 0,80% | 0,15% | 0,59% | 0,32% | 0,21% | 7,60% |
| 38 ^a | 2,50% | 0,16% | 1,91% | 0,85% | 0,34% | 0,13% | 0,36% | 0,15% | 6,40% |
| 39 ^a | 2,77% | 0,15% | 1,62% | 0,58% | 0,28% | 0,35% | 0,06% | 0,37% | 6,18% |
| 40 ^a | 2,91% | 0,13% | 1,29% | 0,47% | 0,27% | 0,12% | 0,14% | 0,14% | 5,47% |
| 41 ^a | 3,03% | 0,20% | 1,37% | 0,82% | 0,26% | 0,14% | 0,16% | 0,31% | 6,29% |
| 42 ^a | 2,93% | 0,11% | 2,04% | 0,70% | 0,24% | 0,11% | 0,47% | 0,31% | 6,91% |
| 43 ^a | 3,75% | 0,20% | 1,61% | 0,55% | 0,20% | 0,34% | 0,04% | 0,33% | 7,03% |
| 44 ^a | 2,59% | 0,23% | 1,87% | 0,67% | 0,12% | 0,31% | 0,32% | 0,19% | 6,28% |
| 45 ^a | 3,33% | 0,13% | 1,51% | 0,77% | 0,05% | 0,08% | 0,20% | 0,38% | 6,45% |
| 46 ^a | 3,48% | 0,13% | 1,51% | 0,60% | 0,20% | 0,17% | 0,16% | 0,67% | 6,91% |
| 47 ^a | 4,14% | 0,23% | 2,81% | 0,73% | 0,53% | 0,01% | 0,38% | 0,03% | 8,86% |
| 48 ^a | 2,84% | 0,19% | 1,71% | 0,47% | 0,24% | 0,03% | 0,52% | 0,15% | 6,14% |
| 49 ^a | 3,34% | 0,18% | 1,84% | 0,68% | 0,26% | 0,10% | 0,09% | 0,39% | 6,87% |
| 50 ^a | 4,48% | 0,19% | 1,38% | 0,72% | 1,23% | 0,29% | 0,59% | 0,28% | 9,17% |
| 51 ^a | 2,98% | 0,13% | 1,68% | 0,56% | 0,04% | 0,11% | 0,58% | 0,33% | 6,41% |
| 52 ^a | 3,66% | 0,13% | 2,30% | 0,91% | 0,30% | 0,08% | 0,04% | 0,44% | 7,86% |
| 53 ^a | 2,69% | 0,17% | 1,76% | 0,64% | 0,06% | 0,07% | 0,00% | 0,51% | 5,91% |
| 54 ^a | 2,70% | 0,20% | 2,34% | 0,61% | 0,20% | 0,01% | 0,68% | 0,14% | 6,89% |
| 55 ^a | 3,73% | 0,12% | 2,34% | 0,83% | 0,17% | 0,60% | 0,14% | 0,30% | 8,23% |
| 56 ^a | 2,97% | 0,19% | 1,53% | 0,50% | 0,17% | 0,20% | 0,17% | 0,15% | 5,89% |
| 57 ^a | 3,97% | 0,11% | 1,97% | 0,69% | 0,31% | 0,02% | 0,21% | 0,02% | 7,29% |
| 58 ^a | 3,29% | 0,20% | 1,71% | 0,48% | 0,42% | 0,07% | 0,27% | 0,02% | 6,47% |
| 59 ^a | 0,26% | 8,07% | 0,17% | 1,81% | 0,33% | 0,05% | 0,56% | 0,51% | 11,76% |
| 60 ^a | 5,83% | 0,23% | 1,29% | 0,65% | 0,13% | 0,78% | 0,38% | 0,24% | 9,55% |
| Média Geral | 3,32% | 0,43% | 1,74% | 0,72% | 0,28% | 0,23% | 0,30% | 0,38% | 7,40% |

Tabela Anexo 2: Referente ao % de Decréscimo de Umidade**Continuação**

| Amostra | Perda 1 17.09.02 | Perda 2 25.09.02 | Perda 3 03.10.02 | Perda 4 14.10.02 | Perda 5 22.10.02 | Perda 6 30.10.02 | Perda 7 08.11.02 | Perda 8 18.11.02 | Perda Total de Umidade |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| 61 ^a | 3,93% | 0,20% | 2,30% | 1,97% | 0,15% | 0,01% | 0,68% | 0,08% | 9,33% |
| 62 ^a | 7,40% | 0,24% | 0,49% | 0,66% | 0,77% | 0,94% | 0,44% | 0,44% | 11,37% |
| 63 ^a | 3,27% | 0,13% | 1,67% | 0,49% | 0,10% | 0,02% | 0,10% | 0,32% | 6,10% |
| 64 ^a | 3,05% | 0,22% | 2,08% | 0,81% | 0,33% | 0,15% | 0,16% | 0,43% | 7,22% |
| 65 ^a | 3,21% | 0,22% | 1,50% | 0,53% | 0,20% | 0,35% | 0,02% | 0,46% | 6,48% |
| 66 ^a | 3,79% | 0,04% | 2,02% | 0,55% | 0,27% | 0,02% | 0,04% | 0,49% | 7,22% |
| 67 ^a | 3,56% | 0,24% | 0,17% | 1,64% | 0,24% | 0,31% | 0,20% | 0,61% | 6,98% |
| 68 ^a | 5,31% | 0,87% | 0,24% | 2,54% | 0,45% | 0,50% | 0,06% | 0,72% | 10,70% |
| 69 ^a | 3,40% | 0,17% | 0,02% | 2,97% | 0,11% | 0,40% | 0,13% | 0,33% | 7,53% |
| 70 ^a | 3,08% | 0,21% | 1,70% | 0,66% | 0,35% | 0,34% | 0,59% | 0,40% | 7,33% |
| 71 ^a | 5,60% | 0,36% | 0,63% | 2,30% | 0,55% | 0,39% | 0,40% | 0,57% | 10,79% |
| 72 ^a | 3,44% | 0,18% | 0,35% | 1,60% | 0,39% | 0,25% | 0,02% | 0,56% | 6,79% |
| 73 ^a | 2,43% | 0,20% | 1,75% | 0,75% | 0,28% | 0,04% | 0,61% | 0,34% | 6,39% |
| 74 ^a | 3,20% | 0,22% | 2,00% | 0,66% | 0,23% | 0,12% | 0,53% | 0,35% | 7,32% |
| 75 ^a | 4,02% | 0,09% | 0,05% | 3,32% | 0,04% | 0,38% | 0,02% | 0,44% | 8,36% |
| 76 ^a | 2,75% | 0,21% | 1,40% | 0,50% | 0,05% | 0,01% | 0,45% | 0,38% | 5,75% |
| 77 ^a | 2,58% | 0,18% | 1,49% | 0,53% | 0,29% | 0,28% | 0,39% | 0,43% | 6,18% |
| 78 ^a | 2,47% | 0,22% | 1,39% | 0,57% | 0,26% | 0,35% | 0,26% | 0,13% | 5,66% |
| 79 ^a | 2,14% | 0,19% | 2,56% | 0,10% | 0,05% | 0,67% | 0,16% | 0,14% | 6,01% |
| 80 ^a | 2,32% | 0,97% | 0,20% | 2,91% | 0,20% | 0,16% | 0,40% | 0,32% | 7,48% |
| 81 ^a | 4,18% | 0,19% | 0,79% | 1,62% | 0,33% | 0,52% | 0,37% | 1,01% | 9,02% |
| 82 ^a | 2,56% | 0,23% | 1,44% | 0,43% | 0,21% | 0,15% | 0,56% | 0,32% | 5,89% |
| 83 ^a | 2,90% | 0,13% | 1,47% | 0,75% | 0,18% | 0,04% | 0,47% | 0,39% | 6,33% |
| 84 ^a | 2,60% | 0,14% | 1,79% | 2,00% | 0,17% | 0,67% | 0,51% | 0,09% | 7,97% |
| 85 ^a | 2,58% | 0,21% | 2,29% | 1,57% | 0,96% | 0,31% | 0,35% | 0,18% | 8,44% |
| 86 ^a | 2,98% | 0,21% | 1,87% | 0,63% | 0,40% | 0,39% | 0,14% | 0,55% | 7,17% |
| 87 ^a | 2,82% | 0,12% | 1,24% | 0,46% | 1,34% | 0,30% | 0,47% | 0,03% | 6,78% |
| 88 ^a | 4,35% | 0,21% | 1,20% | 1,76% | 0,76% | 0,58% | 0,22% | 0,42% | 9,50% |
| 89 ^a | 5,42% | 0,34% | 1,28% | 1,07% | 0,22% | 1,04% | 0,45% | 0,15% | 9,96% |
| 90 ^a | 3,16% | 0,21% | 1,90% | 0,76% | 0,16% | 0,21% | 0,54% | 0,07% | 7,01% |
| Média Geral | 3,48% | 0,25% | 1,31% | 1,24% | 0,33% | 0,33% | 0,32% | 0,37% | 7,64% |

Tabela Anexo 3: Características Dimensionais das Amêndoas do Coco Babaçu

| Nº da Amostra | Quantidade Por fruto | Comprimento médio (cm) | Massa total (g) | Nº da Amostra | Quantidade por fruto | Comprimento médio (cm) | Massa total (g) |
|---------------|----------------------|-------------------------|-------------------|---------------|----------------------|-------------------------|-------------------|
| 1º | 2 | 3,00 | 8,40 | 23º | 3 | 4,30 | 8,40 |
| 2º | 6 | 3,00 | 9,10 | 24º | 3 | 3,50 | 7,40 |
| 3º | 6 | 3,30 | 9,10 | 25º | 6 | 3,10 | 9,20 |
| 4º | 5 | 3,50 | 9,10 | 26º | 4 | 3,50 | 8,40 |
| 5º | 3 | 3,30 | 8,50 | 27º | 3 | 3,50 | 5,80 |
| 6º | 3 | 3,50 | 8,30 | 28º | 3 | 3,50 | 7,90 |
| 7º | 4 | 3,20 | 9,50 | 29º | 2 | 3,30 | 5,60 |
| 8º | 4 | 3,30 | 8,50 | 30º | 3 | 3,50 | 8,10 |
| 9º | 3 | 3,50 | 9,50 | 31º | 3 | 3,30 | 8,10 |
| 10º | 4 | 3,20 | 8,10 | 32º | 5 | 3,20 | 9,10 |
| 11º | 4 | 3,30 | 9,40 | 33º | 5 | 3,50 | 9,70 |
| 12º | 5 | 3,50 | 9,00 | 34º | 2 | 3,30 | 5,10 |
| 13º | 2 | 3,00 | 5,80 | 35º | 3 | 3,30 | 12,20 |
| 14º | 3 | 3,30 | 7,90 | 36º | 3 | 3,00 | 8,10 |
| 15º | 3 | 3,00 | 8,10 | 37º | 3 | 3,00 | 7,00 |
| 16º | 4 | 3,00 | 8,40 | 38º | 3 | 3,30 | 7,40 |
| 17º | 5 | 3,50 | 9,50 | 39º | 3 | 3,30 | 8,30 |
| 18º | 3 | 3,30 | 7,60 | 40º | 5 | 3,50 | 9,20 |
| 19º | 2 | 3,00 | 5,70 | 41º | 3 | 3,40 | 7,60 |
| 20º | 3 | 3,40 | 7,10 | 42º | 2 | 3,00 | 5,10 |
| 21º | 4 | 3,50 | 8,40 | 43º | 5 | 3,30 | 9,70 |
| 22º | 3 | 3,30 | 7,30 | 44º | 2 | 3,00 | 5,10 |
| MÉDIA | 3,68 | 3,27 | 8,29 | MÉDIA | 3,36 | 3,35 | 7,84 |

Tabela Anexo 4: Dados Quantitativos sobre o Coco Babaçu

| Nº da Amostra | Comprimento do fruto (cm) | Diâmetro (cm) | Massa da casca (g) | Nº da Amostra | Comprimento do fruto (cm) | Diâmetro (cm) | Massa da casca (g) |
|---------------|----------------------------|----------------|----------------------|---------------|----------------------------|----------------|----------------------|
| 1º | 9,40 | 6,80 | 81,80 | 21º | 9,50 | 6,00 | 74,40 |
| 2º | 9,50 | 6,10 | 67,70 | 22º | 9,50 | 6,00 | 78,80 |
| 3º | 10,00 | 6,80 | 74,40 | 23º | 9,40 | 6,00 | 87,50 |
| 4º | 9,00 | 6,60 | 72,80 | 24º | 10,00 | 6,40 | 79,60 |
| 5º | 10,00 | 6,00 | 76,80 | 25º | 9,00 | 6,80 | 65,70 |
| 6º | 9,30 | 6,50 | 91,40 | 26º | 10,50 | 6,00 | 74,40 |
| 7º | 9,10 | 6,20 | 78,60 | 27º | 9,00 | 6,20 | 73,10 |
| 8º | 9,50 | 6,00 | 91,60 | 28º | 9,50 | 6,10 | 78,80 |
| 9º | 9,20 | 6,10 | 79,20 | 29º | 9,50 | 6,30 | 72,70 |
| 10º | 9,50 | 6,30 | 73,80 | 30º | 9,00 | 6,60 | 86,30 |
| 11º | 9,00 | 6,00 | 84,20 | 31º | 9,80 | 6,30 | 86,40 |
| 12º | 9,40 | 6,40 | 86,10 | 32º | 9,50 | 6,50 | 71,40 |
| 13º | 9,00 | 6,00 | 73,10 | 33º | 9,50 | 6,80 | 72,80 |
| 14º | 10,00 | 6,00 | 78,40 | 34º | 8,50 | 5,90 | 73,10 |
| 15º | 9,50 | 6,50 | 78,40 | 35º | 9,00 | 6,00 | 75,90 |
| 16º | 9,50 | 6,40 | 74,50 | 36º | 9,00 | 6,50 | 76,80 |
| 17º | 10,20 | 6,50 | 80,60 | 37º | 10,00 | 7,50 | 70,14 |
| 18º | 10,00 | 6,20 | 77,60 | 38º | 9,00 | 6,80 | 79,30 |
| 19º | 9,00 | 6,00 | 73,50 | 39º | 9,00 | 6,30 | 76,90 |
| 20º | 9,50 | 6,00 | 70,10 | 40º | 9,50 | 6,60 | 70,20 |
| MÉDIA | 9,48 | 6,27 | 78,23 | MÉDIA | 9,39 | 6,38 | 76,21 |