



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**DESEMPENHO DE UNIDADES DE PRÉ-LIMPEZA DE FRUTOS DE
MACADÂMIA (*M. integrifolia*)**

PEDRO LUIS BLASI DE TOLEDO PIZA

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp - campus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutor em
Agronomia - Área de Concentração em Energia
na Agricultura

BOTUCATU - SP
Dezembro - 2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**DESEMPENHO DE UNIDADES DE PRÉ-LIMPEZA DE FRUTOS DE
MACADÂMIA (*M. integrifolia*)**

PEDRO LUIS BLASI DE TOLEDO PIZA

Orientador: Prof. Dr. Widsney Alves Ferreira

Co -Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Martim Biaggioni

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp - campus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutor em
Agronomia - Área de Concentração em Energia
na Agricultura

BOTUCATU - SP
Dezembro - 2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **DESEMPENHO DE UNIDADES DE PRÉ-LIMPEZA DE FRUTOS DE
MACADÂMIA (*M. integrifolia*)**

AUTOR: **PEDRO LUIS BLASI DE TOLEDO PIZA**

ORIENTADOR:.....(Letras maiúsculas)

CO-ORIENTADOR:.....(Letras maiúsculas)

Aprovada pela Comissão Examinadora:

Nome.....Presidente

Nome.....

Nome.....

Data de realização ____/____/____

OBS: Este certificado será impresso e fornecido pela F.C.A.

Aos meus pais e irmãos, exemplos de amizade e união familiar.

OFEREÇO

A minha esposa, Isabela, fonte de inspiração e amor.

A minha filha, Mariana, luz que ilumina os meus caminhos, paixão eterna.

DEDICO

AGRADECIMENTOS:

Ao Prof. Dr. Widsney Alves Ferreira, pela orientação.

Ao Prof. Dr. Marco Antonio M. Biaggioni, pela co-orientação e amizade.

Ao meu pai Prof. Dr. Jayme de Toledo Piza e Almeida Neto, pelas sugestões e correções do presente trabalho.

Aos proprietários da QueenNut Macadâmia, José Eduardo Mendes Camargo e Maria Teresa Penteado Egreja Camargo, que permitiram, apoiaram e financiaram a realização deste trabalho em suas instalações.

Aos funcionários da QueenNut Macadamia, pela atenção e colaboração.

A todos que de alguma forma colaboraram para a execução deste trabalho.

OBRIGADO

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS.....	IX
LISTA DE FIGURAS.....	XI
1 RESUMO	1
2 SUMMARY	2
3 INTRODUÇÃO	3
4 REVISÃO DE LITERATURA	5
4.1 Caracterização do fruto da noz macadâmia.....	5
4.2 Dimensões dos frutos	6
4.3 Pré-colheita da noz macadâmia	7
4.4 Colheita da noz macadâmia	8
4.5 Pós-colheita da noz macadâmia	9
4.5.1 Transporte dos frutos	9
4.5.2 Armazenamento dos frutos durante a colheita.....	9
4.5.3 Instalações	10
4.5.4 Descarpelamento dos frutos.....	11
4.5.5 Seleção das nozes	13

5 MATERIAL E MÉTODOS	15
5.1 Material	15
5.1.1 Origem do produto	15
5.2 Métodos.	16
5.2.1 Caracterização do produto recebido da colheita.	16
5.2.2 Análise do processo existente – Testemunha.	18
5.2.3 Montagem e avaliação dos novos sistemas de pré-limpeza	19
5.2.3.1 Unidade 1.	19
5.2.3.2 Unidade 2.	22
5.2.3.3 Unidade 3	22
5.2.3.4 Fluxogramas comparativos.	22
5.2.4 Determinação dos custos operacionais	25
5.2.5 Determinação dos custos do investimento	25
5.2.6 Amortização do investimento.	25
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.	26
6.1 Caracterização do produto	26
6.2 Geometria dos Frutos	27
6.3 Resultados obtidos nas análises dos processos.	31
6.3.1 Análise do processo existente – Testemunha.	31
6.3.2 Unidade 1.	34
6.3.3 Unidade 2.	38
6.3.4 Unidade 3.	41
6.4 Análise econômica.	44

6.4.1	Custo operacional.	44
6.4.2	Custos de montagem e equipamentos.	45
6.4.2.1	Evolução da Testemunha para a Unidade 3	45
6.4.2.2	Unidade completa similar à Unidade 3.	46
6.5	Amortização do Investimento.	46
6.5.1	Caso estudado.	47
6.5.2	Instalação nova.	47
7	CONCLUSÕES	48
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
	APÊNDICES	51

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1 Caracterização do produto recebido da colheita.	26
2 Comparativo do diâmetro dos frutos das safras 2003 e 2004.	27
3 Comparativo da espessura do carpelo dos frutos das safras 2003 e 2004.	28
4 Comparativo do diâmetro das nozes das safras 2003 e 2004	28
5 Faixa de ocorrência do diâmetro de frutos e nozes.	30
6 Potência instalada dos equipamentos - Testemunha.	32
7 Número de pessoas utilizadas no processo existente - Testemunha.	32
8 Parâmetros de rendimento do processo existente - Testemunha.	33
9 Consumo energético no processo existente - Testemunha.	34
10 Potência instalada dos equipamentos na Unidade 1.	35
11 Número de pessoas utilizadas na Unidade 1	35
12 Parâmetros de rendimento da Unidade 1	36
13 Consumo energético na Unidade 1.	36
14 Evolução das soluções adotadas da Testemunha para a Unidade 1	37

15	Potência instalada dos equipamentos na Unidade 2.	38
16	Número de pessoas utilizadas na Unidade 2.	39
17	Parâmetros de rendimento da Unidade 2.	39
18	Consumo energético na Unidade 2.	40
19	Evolução das soluções adotadas da Unidade 1 para a Unidade 2.	40
20	Potência instalada dos equipamentos na Unidade 3.	41
21	Número de pessoas utilizadas na Unidade 3.	42
22	Parâmetros de rendimento do Modelo 3.	42
23	Consumo energético na Unidade 3.	43
24	Evolução das soluções adotadas da Unidade 2 para a Unidade 3.	43
25	Resumo dos dados obtidos.	44
26	Comparativo de custos.	45
27	Equipamentos e montagem – Unidade 3.	45
28	Equipamentos e montagem de um sistema de pré-limpeza de macadâmia.	46

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Componentes do fruto da macadâmia	5
2 Características do fruto e da noz da macadâmia.	6
3 Amêndoas com anel de cebola.	12
4 Produto recebido da colheita – Safra 2003.	16
5 Dimensões dos frutos e nozes.	17
6 Descarpelador de pneu.	18
7 Descarpelador de helicóide duplo.	18
8 Mesa de seleção.	19
9 Moega de recebimento.	20
10 Esteira de transporte.	20
11 Ventilador.	21
12 Classificador cilíndrico de barras (vista interior)	21
13 Fluxograma operacional do processo existente - Testemunha.	23
14 Fluxograma da Unidade 1 - Evolução do processo existente.	23
15 Fluxograma da Unidade 2.	24
16 Fluxograma da Unidade 3.	24
17 Variação do diâmetro do fruto por variedade - Safra 2004	29
18 Variação do diâmetro da noz por variedade - Safra 2004	29
19 Dimensões médias das nozes das safras 2003 e 2004.	30

1 RESUMO

A pós-colheita da noz macadâmia é uma das etapas mais críticas de sua cadeia produtiva, as baixas produtividades nos primeiros anos de vida dos pomares não permitem que os agricultores realizem grandes investimentos neste período, iniciando, assim, um processo de improvisações que se perpetuará ao longo do tempo. Este trabalho teve como principal objetivo melhorar o rendimento operacional de um processo de pré-limpeza de macadâmia, desenvolvendo, a partir de um sistema existente, uma nova unidade, com capacidade de receber e processar, no mínimo, 8.000 kg de produto por dia. O experimento foi realizado em uma fazenda situada no município de Dois Córregos, Estado de São Paulo, nas safras de 2003, 2004 e 2005. A partir do processo existente foram desenvolvidas 3 novas unidades. As duas primeiras apresentaram aumentos na produtividade e reduções nos custos operacionais, entretanto, não atenderam as condições de recebimento e processamento. A terceira unidade, representou a somatória dos conhecimentos obtidos nas análises anteriores, e, atendeu os objetivos propostos no presente trabalho. A análise econômica dos custos para migrar do processo existente para a unidade de melhor rendimento mostrou que, os investimentos em equipamentos e automação foram pagos em aproximadamente 50 dias de processamento.

Palavras chave: noz macadâmia, pós-colheita, pré-limpeza

PERFORMANCE OF MACADAMIA NUT (*M. integrifolia*) CLEANNESS UNITS.

Botucatu, 2005. 61p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: PEDRO LUIS BLASI DE TOLEDO PIZA

Adviser: Prof. Dr. WIDSNEY ALVES FERREIRA

Co-adviser: Prof. Dr. MARCO ANTONIO MARTIM BIAGGIONI

2 SUMMARY

The macadamia nut post-harvest is one of the most critical stages of the productive chain, the low orchards productivity in the first life years does not allow farmers much investments in this period, initiating, thus, a process of improvisations that will be perpetuated trough the years. This work had as main objective to improve the efficiency of a cleaning macadamia process. It was developed a new unit based as an existing system with capable to process, at least, 8,000 kg of product per day. The experiments were carried out in a farm situated in Dois Córregos city, São Paulo, during harvest season of 2003, 2004 and 2005. From the existing process three new units were developed. The first two ones shoud increases in productivity and reductions in operational costs, however, it did not attend the necessities of receiving and processing. The third unit, represented incorporation of the knowledge obtained in the previous analyses, and, fulfilled the objectives of this work. The costs analysis to go from the existing process to the better income unit, showed that, the investments in equipment and automation had been paid in approximately 50 processing days.

Keywords: macadamia nut, post-harvest, cleaning

3 INTRODUÇÃO

A macadâmia, noqueira da família Proteácea, é originária dos estados de New South Wales e de Queensland, na costa leste da Austrália. Hoje em dia, plantios comerciais desta noz estão localizados em diversos países das Américas (Norte, Central e Sul), Oceania, África e Ásia. A produção mundial prevista para 2005 é de 97.300 t em casca, equivalente a 26.650 t de amêndoas. Deste total, a Austrália representa 45%, Hawaii 22%, África do Sul 13%, Kenya 5%, Malawi 4%, Guatemala 4%, Brasil 3% e Costa Rica, Colômbia, Equador, Bolívia, Paraguai, China e Indonésia somam 2% (ABM, 2005).

O consumo mundial de macadâmia aumentou 8% de 2003 para 2004, este crescimento só não foi maior pela impossibilidade dos produtores reagirem rapidamente ao aumento da demanda. Atualmente, os Estados Unidos aparecem como principal consumidor (48%), seguido por China (15%), Europa (12%), Japão (10%) e Austrália (6%) – INC, 2005.

Introduzida no Brasil em 1935, os primeiros estudos de viabilidade agrônômica e análise varietal da macadâmia foram realizados na década de quarenta pelo Instituto Agrônomo de Campinas. Hoje, o país possui, aproximadamente 7.000 hectares plantados, distribuídos nos Estados de São Paulo (38%), Espírito Santo (32%), Minas Gerais (10%), Bahia (10%), Rio de Janeiro (6%), Paraná (2%), Mato Grosso do Sul (1%) e Goiás (1%), totalizando a produção de 3.200 toneladas de nozes no ano de 2005 (Toledo Piza, 2005).

Composto por árvores jovens e, de produtividade crescente, a produção atual representa somente 20% do potencial para a área plantada. Este fato permite prever um rápido aumento da produção nacional nos próximos anos, que, certamente refletirá na atual capacidade instalada de processamento.

Inserida no beneficiamento pós-colheita, a pré-limpeza tem como finalidade fornecer, no mesmo dia do recolhimento dos frutos, nozes limpas e selecionadas aptas para a secagem. Assim, a eliminação de impurezas (folhas, paus, pedras e areia), o descarpelamento (retirada do carpelo que envolve a noz) e a seleção de nozes (descarte de nozes brocadas, furadas, trincadas, mofadas e escuras), constituem as operações dessa etapa.

A pós-colheita da noz macadâmia é uma das etapas mais críticas de sua cadeia produtiva, as baixas produtividades nos primeiros anos de vida dos pomares não permitem que os agricultores realizem grandes investimentos neste período, iniciando, assim, um processo de improvisações que se perpetuará ao longo do tempo.

Tendo em vista a previsão de rápido crescimento da produção nacional associada à rusticidade dos processos atuais de pós-colheita, este trabalho teve como principal objetivo propor e avaliar o desempenho de unidades de pré-limpeza de macadâmia.

A base do estudo foi a avaliação, no início da safra 2003, de uma unidade já existente em uma fazenda que produzia, aproximadamente, 450 t de frutos por ano e, a partir dos resultados, desenvolver e avaliar um sistema de beneficiamento que apresentasse maior produtividade, menor custo e capacidade de beneficiar a colheita de 8 t de frutos por dia.

Quanto à importância e relevância, o presente estudo poderá servir como guia e fonte de informações para a produção de alimentos seguros no campo, seguindo as normas e recomendações internacionais para a realização das operações de pós-colheita da noz macadâmia.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Caracterização do fruto da noz macadâmia

Segundo Toledo Piza (2000), o fruto da macadâmia possui uma amêndoa de cor creme na parte interna, envolvida por uma casca de coloração marrom. Amêndoa e casca formam o conjunto chamado de “noz”. Esta, por sua vez, quando envolvida pelo carpelo, casca de cor verde que protege a noz, constitui o que se chama de “fruto”, como ilustrado nas Figuras 1 e 2.

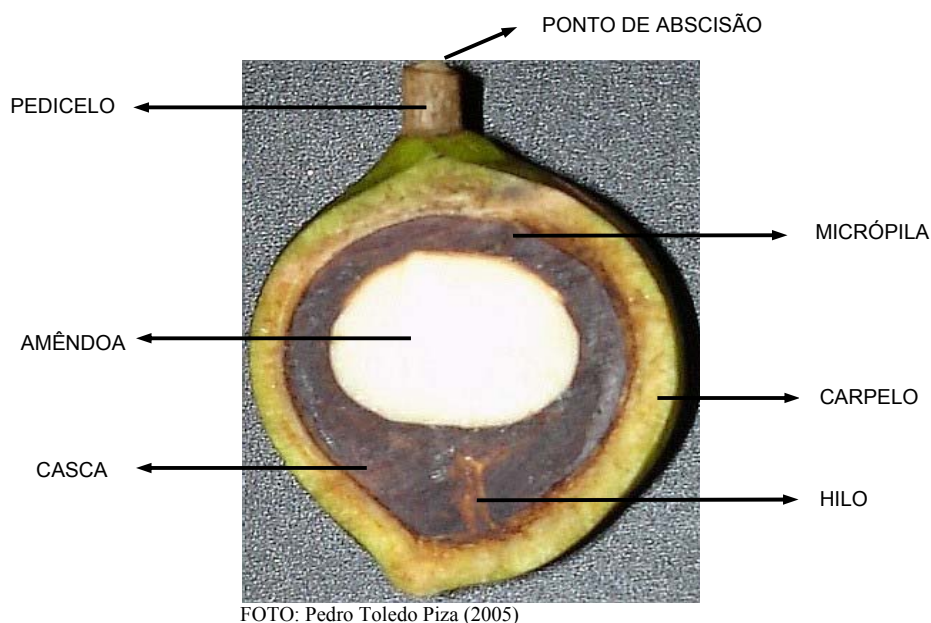


Figura 1. Componentes do fruto da macadâmia.

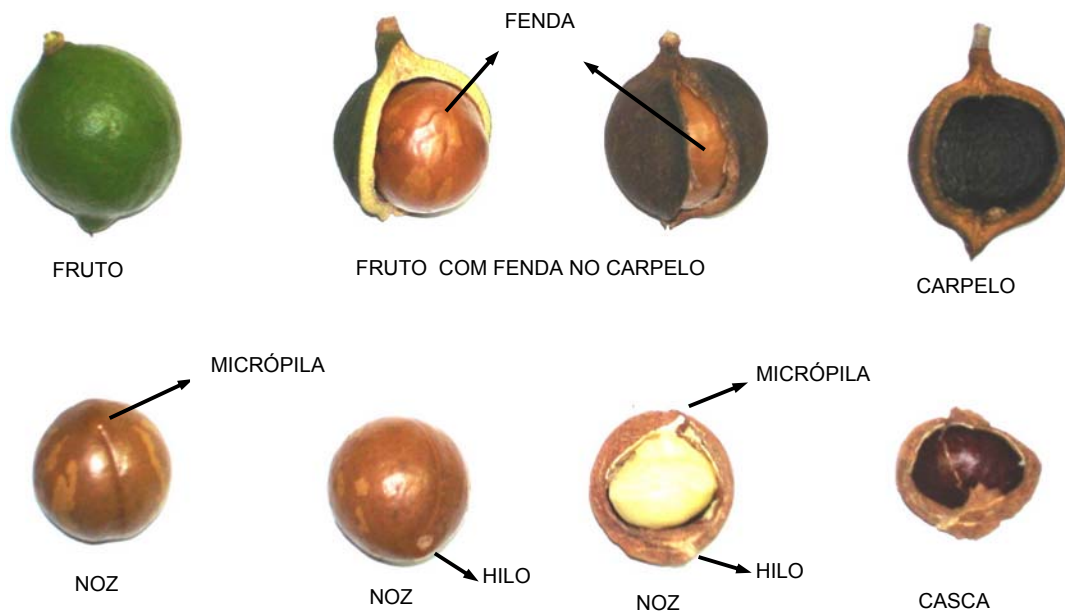


FOTO: Pedro Toledo Piza (2005)

Figura 2. Características do fruto e da noz da macadâmia.

Piza & Vilhena (2004) observaram que, dependendo da deiscência da variedade, uma porcentagem dos frutos pode abrir o carpelo naturalmente ainda na árvore, liberando as nozes diretamente no solo, causando uma mistura de frutos, nozes e impurezas no momento da colheita.

4.2 Dimensões dos frutos

O conhecimento das variações das dimensões do produto a classificar é imprescindível para o desenvolvimento de equipamentos de seleção e classificação.

Não foram encontrados estudos sobre as dimensões do fruto da macadâmia, mas apenas da noz. Entretanto, a forma e as dimensões do fruto (noz com carpelo) são propriedades fundamentais para o desenvolvimento de sistemas de pré-limpeza e equipamentos onde o objetivo é limpar, descarpelar (retirar o carpelo), selecionar e armazenar as nozes recém coletadas.

Mohsenin (1970) propôs o grau de esfericidade de um sólido como um meio de avaliação de sua forma. O autor enfatizou que forma e tamanho são inseparáveis num objeto físico e, ambos, são fundamentais para descreve-lo satisfatoriamente.

Leverington (1962) estudou as dimensões da noz macadâmia tomando como parâmetros as medidas, do diâmetro do ápice até a base e do centro da sutura, concluindo que a noz macadâmia tem forma oval; já De Marchi (1985), concluiu que a noz macadâmia tem a forma globosa, adotando como medidas os diâmetros, longitudinal e transversal.

Xavier (1992), referindo-se a forma e dimensões da noz macadâmia, relatou que diversos autores citam a noz macadâmia como tendo a forma esférica, quase esférica ou globosa, mas, ao estudar a forma da noz macadâmia a partir de três eixos ortogonais x,y,z, observou que as dimensões principais variam significativamente por amostra coletada, não podendo, portanto, ser considerada como esférica.

4.3 Pré-colheita da Noz Macadâmia

As práticas e cuidados na preparação pré-colheita, para colheita mecanizada, foram objetos de estudos e recomendações de Allen (1996). Segundo o autor, a preparação do pomar para a colheita mecanizada deve ser mais cuidadosa do que para a colheita manual. O pomar deve ser completamente limpo antes do início da queda de frutos; Galhos, ramos, folhas secas e frutos que tiveram queda prematura devem ser inicialmente amontoados nas ruas entre as linhas de plantas e, posteriormente, removidos do pomar. A grama existente entre as plantas deve ser cortada e retirada do pomar, pois, a decomposição deste material em contato com os frutos acelera o processo de germinação. O autor recomendou, ainda, um acompanhamento do pomar nesta fase de pré-colheita, monitorando-se a queda e maturidade dos frutos nos meses de janeiro e fevereiro. Quando a quantidade de frutos imaturos ou danificados por insetos diminuir, deve-se limpar o pomar, queimar este material de primeira colheita e iniciar a colheita definitiva. A preparação inadequada do pomar pode causar dificuldades na colheita e aumentar o número de nozes deterioradas. Os intervalos de colheita devem ser de quatro semanas, em períodos chuvosos e onde os frutos estejam expostos diretamente ao sol, e, a cada seis semanas em períodos secos e pomares sombreados (plantas adultas). Caso o fruto fique sobre o solo por um longo período, especialmente em

condições de alta umidade, as amêndoas ficarão mofadas, descoloridas e o índice de pré-germinação aumentará.

O'Hare et al. (2000) publicaram, com apoio da "Australian Macadamia Society", um manual denominado "Código de práticas sadias em pomares da indústria de macadâmia Australiana". Este manual abordou temas como preparação pré-colheita, colheita, manejo dos frutos pós-colheita, descarpelamento e seleção das nozes. Referindo-se à preparação pré-colheita recomendaram que os produtores limpem seus pomares de forma a garantir que frutos deteriorados, velhos ou imaturos sejam removidos ou triturados antes da queda dos frutos maduros.

Esta limpeza se justifica uma vez que as nozes de safras anteriores, imaturas ou atacadas por insetos comprometem a qualidade do lote colhido. A preparação inadequada do pomar dificulta a colheita, atrasando-a e aumentando a quantidade de frutos estragados.

Bungay (2003) recomendou a limpeza completa do pomar e áreas vizinhas antes do início da próxima safra. Pomares com frutos velhos, mato, folhas, dejetos de animais e resíduos de adubação com esterco animal apresentam grande risco de incêndio, contaminação bacteriológica, e até a condenação do lote colhido. Pomares sujos propiciam a multiplicação de insetos e roedores.

4.4 Colheita da noz macadâmia

Hobson (1991) recomendou que os intervalos de colheita de macadâmia podem ser estendidos dependendo da umidade, ataques de ratos e eventuais roubo de produto, salientando, que é preferível deixar os frutos no solo ao estocá-los em sacos ou caixas sem ventilação, colhendo-se, somente, a quantidade possível de ser descarpelada no mesmo dia.

Toledo Piza (1991), referindo-se a colheita, citou que os frutos caem naturalmente no chão quando maduros e, nessa ocasião, contêm, aproximadamente, 25% de umidade. Segundo o autor, a periodicidade da coleta de frutos deve ser definida de acordo com as peculiaridades de cada propriedade, influenciada por fatores climáticos, do solo e da própria umidade do produto.

O'Hare et al. (2000) citaram que a colheita deve ser realizada no máximo, a cada quatro semanas, enfatizando que o produtor deve recolher os frutos sempre que possível para maximizar a qualidade e diminuir a possibilidade de contaminações microbianas. Os frutos devem ser separados por lote, principalmente os da primeira coleta que contem altas incidências de frutos imaturos e outros problemas, reduzindo severamente a qualidade da remessa.

Segundo Bungay (2003), o ideal seria colher as nozes diariamente, entretanto, considerou seguro a colheita realizada em intervalos semanais. A diminuição dos intervalos de coleta de frutos reduz o tempo de exposição aos riscos de perda de massa na respiração, germinação da semente, absorção de umidade, contaminação por fungos ou insetos e as perdas por consumo (animal ou humano). Em dias chuvosos, o trabalho de colheita deve ser intensificado e os intervalos de colheita reduzidos.

4.5 Pós-colheita da noz macadâmia

4.5.1 Transporte dos frutos

Após a coleta, os frutos devem ser levados rapidamente para as instalações da unidade de beneficiamento, com muito cuidado para não danificar as amêndoas. Bungay (2003) alertou que os frutos recém colhidos são densos devido ao alto grau de umidade e, as amêndoas, extremamente suscetíveis a danos por impacto. Danos nesta fase promovem o rompimento celular, extravasando óleo e nutrientes, ocasionando manchas e início de rancidez. O autor recomendou o manuseio cuidadoso dos sacos de colheita e a redução nos impactos durante o transporte.

4.5.2 Armazenamento dos frutos durante a colheita

Nesta fase, os frutos apresentam-se extremamente frágeis e suscetíveis a grandes perdas por oxidação e fermentação. No Brasil, o manejo do fruto nesta etapa é constantemente negligenciado, muitas vezes por desconhecimento dos agricultores, que mantêm os frutos recém colhidos dentro de sacos plásticos por longos períodos.

Bungay (2003) destacou que frutos recém colhidos acondicionados em sacos plásticos, silos metálicos sem ventilação ou recipientes similares, aumentaram a temperatura na massa de 16 à 18°C acima da temperatura ambiente. Altas temperaturas na massa associada ao elevado teor de umidade do produto promoveram a condensação do ar úmido e um gotejamento sobre os frutos, criando condições ideais para proliferação de fungos. O autor recomendou que, na impossibilidade de processar todos os frutos no mesmo dia da colheita, o lote remanescente deverá ser armazenado em silos aerados ou esparramado sobre bandejas teladas em camadas finas e, em local protegido.

4.5.3 Instalações

O'Hare et al. (2000) sugeriram que as instalações sejam mantidas em ordem e dentro dos padrões sanitários, garantindo que todos os profissionais que manipulam os frutos observem as boas práticas de higiene. Devem ser providenciados depósitos para os rejeitos, incluindo para nozes danificadas, sendo removidos freqüentemente para fora da área de trabalho. Os responsáveis devem monitorar e tomar providências, se necessário, para prevenir que pássaros, ratos ou outros animais entrem nas instalações. Construções e higiene pessoal inadequadas aumentam os riscos de contaminação microbiana. Nozes rejeitadas podem levar a um aumento dos problemas com pássaros e ratos quando não depositadas apropriadamente. O projeto do prédio deve oferecer iluminação, ventilação e proteção suficiente para garantir que os funcionários trabalhem de forma segura e eficiente, sendo responsabilidade do produtor oferecer um ambiente de trabalho isento de riscos a saúde e segurança deles próprios, seus funcionários e visitantes. Para efeito de controle deve ser instalado um sistema de monitoramento para registrar diariamente o movimento de frutos com carpelo e nozes descarpeladas. Este controle pode assegurar que o beneficiamento foi realizado no menor tempo possível, ou seja, o primeiro lote de frutos que chega na unidade será também o primeiro a ser descarpelado e selecionado.

4.5.4 Descarpelamento dos frutos

Um dos primeiros estudos de sistemas de descarpelamento foi realizado por Kinch et al. (1961) e citado por Xavier (1992), relatando que dois princípios mecânicos básicos podem ser utilizados na remoção do carpelo do fruto. O primeiro consiste em dar-se um impacto no carpelo, separando-o da noz; o segundo em sujeitar o carpelo a uma força de atrito por fricção contra uma superfície rugosa.

Luan & Liang (1983) desenvolveram um descarpelador com eficiência de 96% no descarpelamento, menos de 0,2% de nozes danificadas e, satisfatória separação das nozes e carpelos. A capacidade média do equipamento foi de 340 kg de fruto por hora, variando de acordo com a cultivar, tamanho do fruto e teor de umidade do carpelo. Os princípios básicos adotados no desenvolvimento deste equipamento foram: Redução na variação de compressão do fruto, uso de helicóide de secção quadrada com cantos afiados cortando o carpelo ao invés de rompê-lo, redução da distância entre o fruto e a superfície de fricção e força de fricção adequada para manter o fruto posicionado enquanto é descarpelado.

Hobson (1991), Toledo Piza (1991) e Joubert (1994), recomendaram que o carpelo fosse retirado no próprio dia da colheita, evitando-se a fermentação do produto e desenvolvimento de bolores. Quando o produto fermenta ocorre aumento de temperatura e conseqüente perda de sabor e indução do processo de rancidez. Para evitar estes problemas, sugeriram que a quantidade colhida diariamente fosse compatível com a capacidade do sistema de descarpelamento. O produtor deve regular a pressão do descarpelador até que o funcionamento seja eficiente e não provoque danos nas nozes (trincas). Altas pressões podem ofender as amêndoas, e nozes imaturas podem quebrar.

Allen (1996) sugeriu que após o descarpelamento e seleção, as nozes sadias devem ser imediatamente estocadas em silos com ventilação forçada.

O calor vital produzido pela respiração na estocagem de frutos recém colhidos sob uma temperatura ambiente média de 22° C causa um aumento de 6° C por dia no meio da massa, aumentando para 10°C por dia se a temperatura ambiente subir para 35°C. Este é um processo de autogeração, no qual, a temperatura do produto sobe, aumentando a sua temperatura, por sua vez, acelera ainda mais a respiração, gerando mais calor e deteriorando a amêndoa rapidamente. A taxa de respiração do fruto recém colhido a 22°C é de 53,0 mg de

$\text{CO}_2.\text{kg}.\text{h}^{-1}$, aumentando para $96,0 \text{ mg CO}_2.\text{kg}.\text{h}^{-1}$ a 35°C . Como direcionamento das pesquisas futuras, os autores recomendaram o estudo da respiração das principais variedades de macadâmia de forma a entender as características individuais quanto à estocagem e secagem, somados a determinação da dissipação de calor no armazenamento do fruto e da noz (Kowitz et al., 1998).

Lee (1998) recomendou que o descarpelador fosse regulado para diminuir a pressão nos frutos, pois a pressão excessiva provocou anéis marrons nas amêndoas depois de secas.

Segundo O'Hare et al. (2000), os equipamentos usados para descarpelamento e seleção devem ser mantidos limpos e higienizados. A pressão excessiva no descarpelador pode marcar as amêndoas e a passagem de pedras junto com o produto danifica o equipamento, diminuindo sua eficiência e machucando as nozes. Estes autores recomendaram que caso o descarpelamento não possa ser realizado imediatamente após a colheita, o fruto deve ser estocado em recipiente adequado, com ventilação de ar forçado ou esparramados em camadas finas na sombra, de forma a permitir suficiente circulação de ar entre os frutos.

Quando o descarpelamento do fruto foi realizado rapidamente, evitou-se a absorção da umidade contida no carpelo e o surgimento de manchas nas amêndoas denominadas “anel de cebola” (Bungay, 2003), anomalia ilustrada na Figura 3.



FOTO: Pedro Toledo Piza (2005)

Figura 3. Amêndoas com anel de cebola.

4.5.5 Seleção das nozes

Após o descarpelamento as nozes devem ser selecionadas visando à separação de material estranho, nozes defeituosas e fora do padrão (diâmetro inferior a 16 mm).

Bungay (2003) detalhou os “princípios da seleção” nas operações de pós-colheita da noz macadâmia dando ênfase nos seguintes pontos:

1- Após o descarpelamento, devem ser eliminadas nozes menores de 18 mm e as danificadas. A intenção é aumentar a eficiência e a economia de todo o sistema de pós-colheita, pois as amêndoas de nozes menores que 18 mm são normalmente imaturas e podem diminuir a taxa de recuperação. A remoção de nozes pequenas é um processo mecânico utilizando-se uma mesa de barras paralelas ou um transportador/classificador de rolos rotativos.

2- Para evitar que a capacidade do secador seja reduzida com a entrada de nozes imaturas, escuras (descoloridas, mofadas) e danificadas por insetos ou ratos, pode-se realizar uma seleção inicial por densidade usando água ou ar.

ÁGUA – Se a opção do produtor for realizar a seleção inicial por flotação, antes de realizá-la deve lavar as nozes recém descarpeladas com um jato de água para remover impurezas oriundas do descarpelamento. A água utilizada na flotação deve ser regularmente trocada e a caixa esgotada e sanitizada todos os dias ao término do serviço. Durante a flotação as nozes boas recém colhidas afundam e as deterioradas, furadas e velhas flutuam e são eliminadas. Este procedimento, comumente realizado na África do Sul, acelera o processo de seleção aumentando o rendimento em cerca de 13% ("In a Nutshell", 2000). O método da flotação aplicado diretamente após o descarpelamento pode, particularmente, ajudar durante a primeira e a segunda giro de colheita que podem conter frutos de safras passadas que caíram atrasados ou ficaram no pomar devido a uma limpeza e preparo mal realizados. Nozes imaturas úmidas podem afundar inicialmente, mas bóiam após uma secagem parcial até a umidade específica de equilíbrio, determinada pela cultivar e condições ambientes. As nozes boas devem ser secas antes de irem para o silo de secagem, isto pode ser feito passando as nozes por uma calha com fundo de grade de barras e insuflação de ar. Em

regiões com umidade relativa do ar elevada, associada a projetos inadequados de flotação e secagem aumentam muito o risco de proliferação de fungos e bactérias na massa de nozes.

É extremamente importante entender que o processo de flotação deve ser conduzido com muito cuidado de forma a não introduzir um novo perigo. Uma única noz infectada com fungos ou doenças pode afetar rapidamente todo o lote, (O'Hare et al., 2000).

AR – um sistema de sucção de ar similar a um aspirador de pó é instalado sobre uma mesa de seleção sugando os produtos de baixa densidade (nozes leves, pó, etc). A distância e a pressão de sucção devem ser ajustados pelo operador de acordo com a variação do produto.

3- A seleção manual das nozes defeituosas pode aumentar drasticamente com o uso de iluminação adequada. Esteiras e mesas de seleção devem ser iluminadas com, no mínimo, 1000 lux usando uma combinação de luz branca fluorescente e lâmpadas de vapor de mercúrio. As calhas de iluminação devem ser fechadas e posicionadas preferencialmente abaixo da altura dos olhos prevenindo ofuscações. Tendo em vista que a seleção depende das condições visuais dos colaboradores, todos devem passar por exame de vista específicos para claridade e coloração. Treinamento e controle de qualidade é fundamental nesta etapa.

O autor enfatizou, ainda, que a dedicação e seriedade da associação australiana de macadâmia, na conscientização dos produtores, da importância da rigorosa seleção das nozes após o descarpelamento, foram determinantes para que a macadâmia produzida no país atingisse rendimentos entre 29 e 33 % de amêndoas boas. A imposição de penalidades de acordo com a percentagem de amêndoas estragadas em relação ao potencial de rendimento foi decisiva para incentivar os agricultores a selecionarem as nozes dentro da propriedade.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma fazenda situada no município de Dois Córregos, região central do Estado de São Paulo, durante as operações de rotina de pós-colheita da macadâmia nas safras 2003, 2004 e 2005. A condução em escala real viabilizou além da análise técnica, possível de ser realizada em laboratório, as análises operacionais e econômicas.

5.1 Material

5.1.1 Origem do produto

A propriedade possuía uma área plantada de 300 hectares com cerca 62.000 plantas, deste total, 32.000 estavam em produção com idades que variavam de 5 a 14 anos de idade. Todas as plantas pertenciam à mesma espécie, *M. integrifolia*, e eram enxertadas com variedades do Hawaii HAES 344 (45%), HAES 660 (15%), HAES 741 (10%) e HAES 816 (5%) e com variedades do Brasil IAC 4-20 (10%), IAC 4-12B (10%) e outras (5%). A fazenda não realizava coleta por variedade e produziu 438 toneladas de frutos (199,3 t de noz a 10% de umidade) na safra 2003, 495 toneladas de frutos (225,5 t de noz a 10% de umidade) na safra 2004 e 452 toneladas de frutos (203 t de noz a 10% de umidade) na safra 2005. As colheitas das safras analisadas foram realizadas entre os meses de fevereiro e junho de cada ano. Foram utilizados 20 funcionários para coleta manual dos frutos, com produtividade máxima de 10 sacos de 40 kg por homem por dia, totalizando 8.000 kg de produto por dia como maior produção diária.

5.2 Métodos

A metodologia adotada no trabalho foi dividida em três partes. O foco da primeira parte foi a caracterização do produto bruto recebido da colheita (frutos, nozes e impurezas). Na segunda parte foram analisados os procedimentos realizados no sistema de pré-limpeza existente na propriedade e, os resultados obtidos, usados como parâmetro inicial (Testemunha). A terceira parte foi composta pela construção e avaliação de três sistemas que foram chamados por ordem cronológica e evolutiva de “Unidade 1”, “Unidade 2” e “Unidade 3”.

5.2.1 Caracterização do produto recebido da colheita

No início da colheita da safra 2003, foram coletados aleatoriamente, na recepção da unidade de processamento, dois sacos de produto por dia, durante cinco dias, totalizando, aproximadamente, 400 kg bruto (Figura 4). Os lotes selecionados foram pesados, utilizando-se uma balança Digipeso DP15 (precisão de 5g), e, determinadas as percentagens médias de frutos com carpelo verde, frutos com carpelo seco, nozes e impurezas.



FOTO: Pedro Toledo Piza (2003)

Figura 4. Produto recebido da colheita – Safra 2003.

Para determinar as dimensões dos frutos foram selecionados aleatoriamente 4 kg de frutos da safra 2003 e medidos, utilizando-se um paquímetro Mitutoyo 300 mm (precisão de 0,1 mm), os diâmetros do fruto com carpelo verde (a) e do fruto na fenda do carpelo (b), a espessura do carpelo (c), e, os diâmetros da noz na direção hilo e micrópila (d) e da noz pela sutura da casca (e), como mostra a Figura 5. Estas medidas foram adotadas por permitirem um referencial de fácil identificação. Para verificar se havia alterações de uma safra para outra, este procedimento foi repetido, dividido por variedade, com frutos da safra 2004.

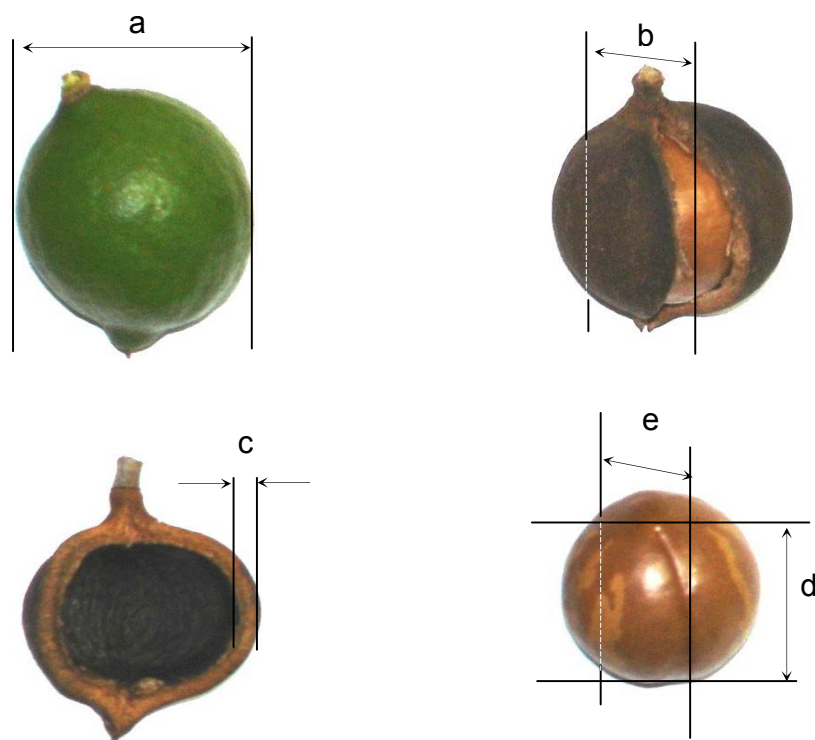


FOTO: Pedro Toledo Piza (2003)

Figura 5. Dimensões dos frutos e nozes.

5.2.2 Análise do processo existente – Testemunha

Para a identificação de pontos de baixo rendimento optou-se por uma análise detalhada do sistema existente. O processo foi avaliado utilizando-se dois descarpeladores de pneu (Figura 6), um descarpelador de helicóide duplo (Figura 7) e duas mesas de seleção (Figura 8).



FOTO: Pedro Toledo Piza (2003)

Figura 6. Descarpelador de pneu.



FOTO: Pedro Toledo Piza (2003)

Figura 7. Descarpelador de helicóide duplo.



FOTO: Pedro Toledo Piza (2003)

Figura 8. Mesa de seleção.

A análise da Testemunha foi composta pelo desenho do fluxograma operacional e pelos levantamentos da energia específica (kWh / kg de noz), da capacidade (kg de produto / hora), da produção (kg de nozes / hora) e produtividade (kg / homem hora).

Para coletar estes dados de rendimento, foram escolhidos 4 dias completos de trabalho. A capacidade do sistema foi calculada dividindo-se a massa de entrada do produto pelo tempo total gasto, a produção foi obtida dividindo-se a massa total de noz limpa e classificada pelo tempo de processamento, e, a produtividade, dividindo-se a produção pela mão de obra envolvida no processo.

5.2.3 Montagem e avaliação dos novos sistemas de pré-limpeza

5.2.3.1 Unidade 1

Tomando como base o processo realizado no sistema existente, foram instalados equipamentos de acumulação (moegas – Figura 9), transporte (esteiras e elevadores – Figura 10), abanação (ventilador – Figura 11) e classificação (classificador cilíndrico de

barras – Figura 12). Os diâmetros das nozes foram divididos por faixa de frequência de ocorrência e comparados com a porcentagem de ocorrência de macadâmia com carpelo verde, com fenda no carpelo e nozes em cada simulação. Baseado nestas características dimensionais dos frutos, foram realizadas as regulagens de distâncias das barras do classificador cilíndrico.

Para efeito comparativo foram realizadas neste modelo as mesmas análises do processo existente.



FOTO: Pedro Toledo Piza (2004)

Figura 9. Moega de recebimento.



FOTO: Pedro Toledo Piza (2004)

Figura 10. Esteira de transporte.



FOTO: Pedro Toledo Piza (2004)

Figura 11. Ventilador.



FOTO: Pedro Toledo Piza (2004)

Figura 12. Classificador cilíndrico de barras (vista interior).

5.2.3.2 Unidade 2

A “Unidade 2” foi desenvolvida tendo em vista as dificuldades operacionais e os baixos rendimentos apresentados nos testes da unidade anterior. O procedimento adotado neste modelo levou em consideração a necessidade de aliviar o cilindro classificador, desta forma, o produto recebido foi passado uma vez pelo descarpelador de pneu e uma vez no descarpelador de helicóide, alimentando o conjunto do separador cilíndrico. Para efeito comparativo foram realizadas neste modelo as mesmas análises da Testemunha e da Unidade 1.

5.2.3.3 Unidade 3

A partir da experiência e os resultados obtidos nos testes das Unidades 1 e 2, optou-se pela construção na safra de 2004 da Unidade 3. Neste modelo foi introduzida uma bica-de-jogo classificadora que divide frutos, nozes e impurezas em 3 tamanhos; menor que 15 mm para eliminação de impurezas, entre 15 e 27 mm e maior que 27 mm. Na seqüência o produto segue para dois conjuntos distintos de descarpelamento com regulagens específicas para as dimensões do fruto. O produto descarpelado segue para uma mesa de seleção onde são eliminadas as nozes furadas, mofadas e menores de 16 mm, as nozes sem defeitos tem sua massa determinada e são estocadas em silo aerado. As análises realizadas neste modelo seguiram os mesmos padrões adotados nos processos anteriores.

5.2.3.4 Fluxogramas comparativos

Para melhorar visualização da evolução dos sistemas analisados foram desenhados os fluxogramas operacionais de cada processo, como pode ser visto nas Figuras 13, 14, 15 e 16.

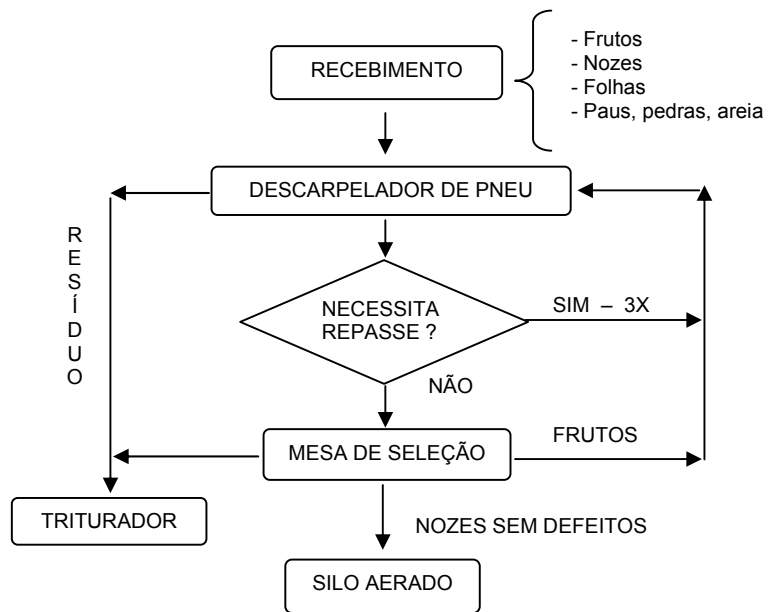


Figura 13. Fluxograma operacional do processo existente – Testemunha.

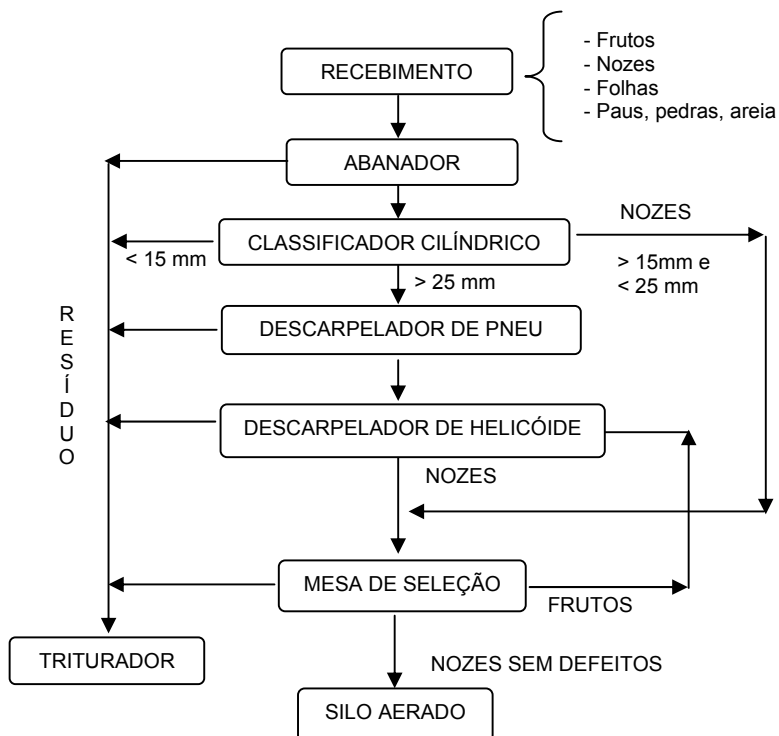


Figura 14. Fluxograma da Unidade 1 - Evolução do processo existente

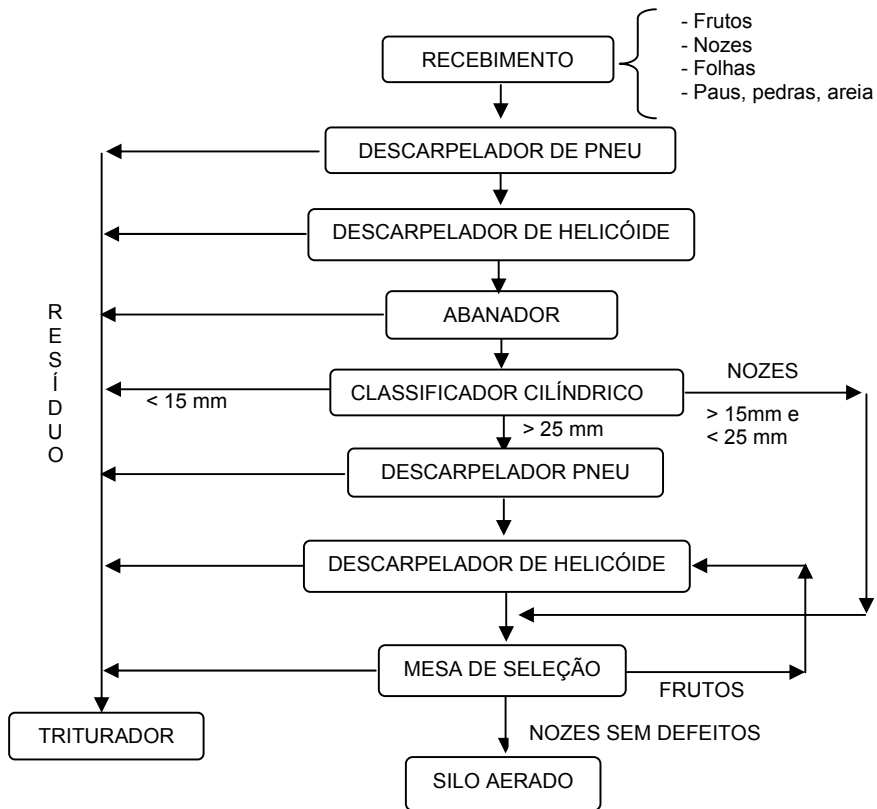


Figura 15. Fluxograma da Unidade 2.

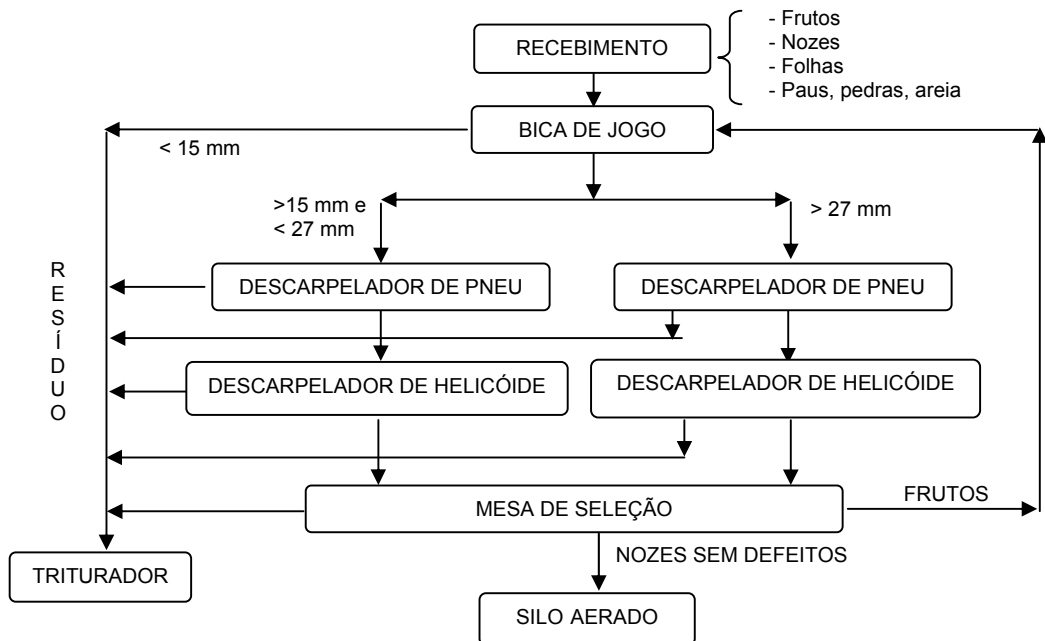


Figura 16. Fluxograma da Unidade 3.

5.2.4 Determinação dos custos operacionais

Os custos operacionais dos sistemas analisados tomaram como base os valores de mão de obra (salário mais encargos) equivalente á R\$ 3,79 / hora (folha de pagamento de abril de 2005) e de energia elétrica, incluindo impostos, a R\$ 0,2266466 / kWh (conta de luz da fazenda em abril de 2005).

O custo da mão de obra, em R\$ por kg de noz, foi calculado dividindo-se o valor por hora pela produtividade de cada sistema. O custo da energia elétrica, em R\$ por kg de noz, foi calculado multiplicando-se o valor do kWh pelo consumo de energia de cada sistema.

Os custos totais do processamento dos sistemas analisados foram calculados somando-se o custo da mão de obra utilizada com o da energia elétrica e os resultados expressos em Reais (R\$) por kg de noz processada.

5.2.5 Determinação dos custos do investimento

Nesta etapa foram quantificados os valores gastos com equipamentos, peças, mão de obra de montagem e instalações elétricas em dois casos. O primeiro, representado pelo sistema estudado, considerou apenas a aquisição dos equipamentos necessários para construir a Unidade de melhor eficiência. O segundo, considerou um agricultor que não possui nenhum equipamento e que pretende investir na Unidade que apresentou o melhor resultado.

5.2.6 Amortização do investimento

A amortização do investimento foi calculada de maneira a indicar quantos dias de processamento seriam necessário para pagar os investimentos realizados na Unidade de melhor rendimento.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Caracterização do produto

Os resultados obtidos na caracterização do produto estão demonstrados no Quadro 1, que apresenta as médias obtidas na seleção do produto recebido da colheita.

Quadro 1. Caracterização do produto recebido da colheita.

PRODUTO	kg	%
Frutos com carpelo verde	186,29	48,42
Frutos com carpelo seco	129,47	33,65
Nozes	62,64	16,28
*Impurezas	6,35	1,65
TOTAL	384,79	100,00

* Carpelo, ramos, folhas e terra.

Verificou-se que, na média, 16,28 % era composto por nozes descarpeladas e que esta porcentagem variou em função da cultivar. Se o fruto analisado fosse, por exemplo, da variedade ALOHA 10-14, reconhecida pela grande resistência ao descarpelamento, o lote apresentaria menos de 1% de nozes sem carpelo no recebimento. Por outro lado, se a variedade analisada fosse a HAES 816 que apresenta pouca ou nenhuma resistência ao descarpelamento, o lote teria mais 60% de nozes no produto recebido (Piza & Toledo Piza, 2005). Desta forma, a caracterização do produto recebido do pomar deve levar em conta fatores como, periodicidade de colheita (frutos expostos por longo período ao sol

secam e abrem), manuseio de colheita (atritos na colheita, transporte e descarregamento), características de cada variedade e a distribuição varietal em cada propriedade.

As porcentagens de impurezas, aparentemente baixas, de 1,65 %, equivaleram a 7,42 t em uma safra de 450 t de frutos. Para diminuir o transporte deste produto inerte e o excessivo desgaste dos equipamentos provocado por ele, deve-se realizar um trabalho de conscientização e treinamento da equipe de colheita.

6.2 Geometria dos frutos

Nas avaliações realizadas nos diâmetros dos frutos com carpelo verde (a) verificou-se que, na média, os frutos da safra 2003 eram 1,85 mm (6 %) menores que os da safra 2004. Esta diferença praticamente dobrou quando a média tomada foi na fenda do carpelo (b), Quadro 2.

Quadro 2. Comparativo do diâmetro dos frutos das safras 2003 e 2004.

Análises	a (mm)			b (mm)		
	φ com carpelo			φ na fenda do carpelo		
	2003	2004	≠	2003	2004	≠
Mínimo	24,17	25,40	+ 1,23	21,90	23,80	+ 1,90
Máximo	36,48	35,00	+ 1,48	36,72	34,50	- 2,22
Médio	28,99	30,84	+ 1,85	26,41	29,12	+ 2,71
> Freqüência	29,90	32,00	+ 2,10	25,10	30,00	+ 4,90
Desvio padrão	1,75	2,14	+ 0,39	1,99	2,31	+ 0,32

As medidas da espessura do carpelo (c) da safra 2003 e 2004 indicaram que de um ano para o outro o carpelo estava, em média, 0,16 mm (5,9%) mais espesso, como pode ser visto no Quadro 3.

Quadro 3. Comparativo da espessura do carpelo dos frutos das safras 2003 e 2004.

Análises	c (mm)		
	2003	2004	≠
Mínima	1,79	2,00	+ 0,21
Máxima	3,45	3,70	+ 0,25
Média	2,71	2,87	+ 0,16
> Frequência	2,90	3,00	+ 0,10
Desvio padrão	0,37	0,37	-

A análise das medições das nozes constatou que as da safra de 2003 eram 0,41 mm maiores (1,6 %) no diâmetro pelo hilo e micrópila (d) e 1,01 mm menores (4,2%) pela sutura da casca (e) em relação ao produto de 2004, Quadro 4.

Quadro 4. Comparativo do diâmetro das nozes das safras 2003 e 2004

Análises	d (mm)			e (mm)		
	φ da noz			φ da noz		
	2003	2004	≠	2003	2004	≠
Mínimo	21,16	21,40	+ 0,24	19,53	20,40	+ 0,87
Máximo	29,99	28,70	- 1,29	28,72	29,80	+ 1,08
Médio	25,54	25,13	- 0,41	24,18	25,19	+ 1,01
> Frequência	26,36	25,00	- 1,36	24,50	26,00	+ 1,50
Desvio padrão	1,65	1,61	- 0,04	1,75	2,01	+ 0,26

As comparações das medidas realizadas nos frutos, carpelos e nozes das safras 2003 e 2004 indicaram que, nem sempre frutos maiores tenham nozes também maiores. No caso estudado, o carpelo ficou mais espesso não obedecendo as mesmas proporções de crescimento do fruto. Esta ocorrência pode ser justificada pelo fato da coleta do ano de 2003 ter sido realizada no recebimento, independentemente da variedade, já a da safra 2004 foi realizada levando-se em consideração o mesmo número de nozes por variedade, o que nem sempre ocorre em um plantio comercial. Para definir se a diferença de diâmetro de uma safra para outra esteve relacionada a fatores climáticos (seca, chuva, temperatura e umidade relativa do ar), de manejo agrônômico (adubação – excesso de cálcio alteram as paredes celulares) ou varietal, mais dados devem ser coletados nos próximos anos.

Como levantamento preliminar, as Figuras 17 e 18 ilustram as diferenças encontradas nos diâmetros dos frutos e das nozes por variedade analisada na safra 2004.

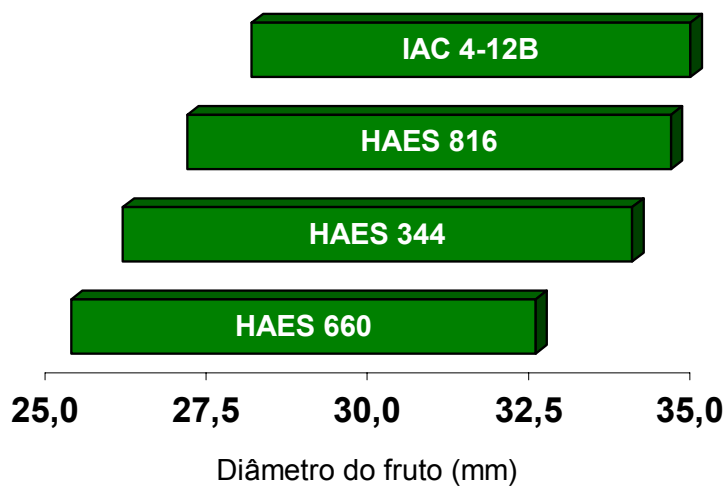


Figura 17. Variação do diâmetro do fruto por variedade - Safra 2004.

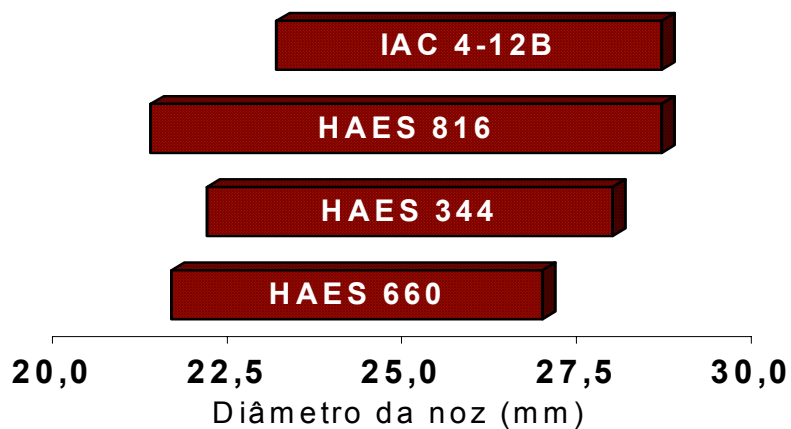


Figura 18. Variação do diâmetro da noz por variedade - Safra 2004.

Apesar das diferenças nos resultados obtidos em relação ao diâmetro das nozes, de 2003 para 2004, as variações encontradas não interferiram na eficiência dos equipamentos de classificação. Para efeito ilustrativo, a Figura 19 mostra as diferenças observadas nos lotes avaliados.

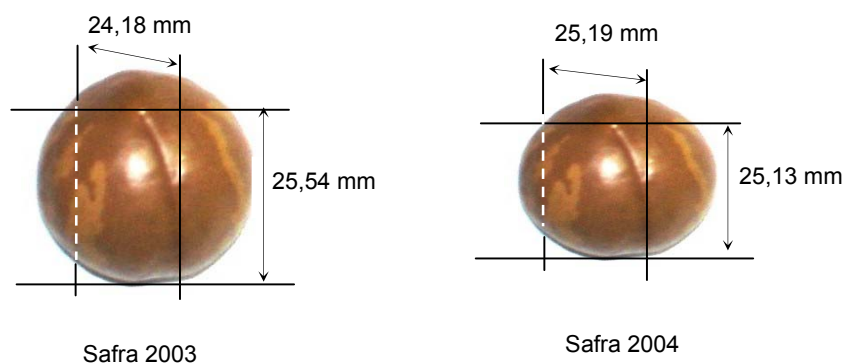


FOTO: Pedro Toledo Piza (2005)

Figura 19: Dimensões médias das nozes das safras 2003 e 2004.

O Quadro 5 apresenta a porcentagem de ocorrência de frutos e nozes com diâmetro abaixo e acima de 25 mm. Nos lotes analisados das safras 2003 e 2004 não foram encontrados frutos ou nozes com diâmetro inferior a 15 mm.

Quadro 5. Faixa de ocorrência do diâmetro de frutos e nozes.

Diâmetro mm	Fruto verde (a)		Fenda do carpelo (b)		Noz (e)	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004
< 25 mm	2 %	-	22 %	3 %	68 %	52 %
≥ 25 mm	98 %	100 %	78 %	97 %	32 %	48 %
≥ 25 mm (média)	99 %		87 %		40 %	

Os parâmetros para a escolha da distância entre as barras do classificador levaram em consideração fatores como a eliminação de impurezas e a diminuição da quantidade direcionada sem necessidade aos descarpeladores fazendo com que,

provavelmente, algumas trincassem. Desta forma, o cilindro classificador foi construído com duas medidas diferentes. Na primeira parte, a distância entre as barras foi de 15 mm, retirando impurezas com dimensões menores que esta medida, como paus, pedras, terra, carpelo e nozes imaturas. A segunda com barras paralelas distantes 25 mm, conduzindo tudo com dimensões entre 15 e 25 mm para a mesa de seleção. Os produtos com dimensões maiores que 25 mm foram encaminhados para os descarpeladores.

Os resultados do Quadro 5 mostram que, 99 % dos frutos verdes, 87 % dos frutos com fenda no carpelo e, 40 % das nozes foram conduzidos para os descarpeladores. Em contrapartida, 1 % dos frutos verdes, 13 % dos frutos com fenda no carpelo e, 60 % das nozes foram conduzidos para a mesa de seleção. Os resultados completos obtidos nas medições dos frutos da safra 2003 podem ser vistos no Apêndice 1 e os da safra 2004 nos Apêndices 2, 3, 4 e 5.

6.3 Resultados obtidos nas análises dos processos

Como trabalho acadêmico o presente estudo poderia ser composto exclusivamente de uma comparação do sistema existente ou Testemunha com a Unidade de melhor resultado, entretanto, julgou-se fundamental apresentar o raciocínio evolutivo e as alternativas e soluções encontradas para os problemas que surgiram.

6.3.1 Análise do processo existente – Testemunha

Nas avaliações iniciais do processo existente verificou-se que a falta de um sistema de recebimento e controle de produto, a distribuição desordenada dos equipamentos e o excesso de pessoal eram os principais responsáveis pela baixa produtividade do sistema. Além disso, a iluminação precária e a falta de um “layout” em linha aumentavam em muito os riscos de “contaminação cruzada”. A contaminação cruzada ocorre quando um produto selecionado e limpo entra em contato com o produto em estado bruto ou retornam a equipamentos não higienizados, possibilitando a contaminação por impurezas e microorganismos presentes no produto “in natura”.

O Quadro 6 mostra a potência instalada dos equipamentos utilizados no processo existente.

Quadro 6. Potência instalada dos equipamentos – Testemunha.

EQUIPAMENTO	POTÊNCIA	
	cv	kW
Descarpelador de pneu	2	1,471
Descarpelador de pneu	2	1,471
Descarpelador de helicóide	2	1,471
Descarpelador de helicóide	2	1,471
Elevador de canecas	1	0,735
Ventilador do silo aerado	10	7,355
Triturador de carpelo	7	5,148
TOTAL	26	19,123

As operações realizadas no processo existente utilizavam 14 pessoas (Quadro 7), o excesso de pessoal era justificado pela falta de um sistema de limpeza e classificação por tamanho do produto recebido. Esta deficiência exigia que o produto fosse passado até três vezes pelo descarpelador de pneu.

Quadro 7. Número de pessoas utilizadas no processo existente – Testemunha.

OPERAÇÃO	HOMENS / DIA
Recebimento	1
Descarpelamento	4
Seleção	8
Triturador	1
TOTAL	14

O Quadro 8 apresenta alguns parâmetros de rendimento do processo existente. Como pode ser visto na fase de coleta de dados, foram processados 30.261 kg de produto em 29 horas de trabalho, apresentando uma capacidade média de 1.043 kg por hora recebimento. Apesar da capacidade ser adequada a necessidade de processar 8.000 kg / dia, aparentemente, a produtividade de 36,09 kg de noz selecionada por homem era muito baixa. Esta dúvida só seria confirmada ou não, analisando-se os resultados dos novos modelos propostos. Verificou-se ainda, que, o processamento na Testemunha era extremamente dependente do trabalho braçal e, com o aumento da produção agrícola, a demanda por mão de obra cresceria exponencialmente.

Quadro 8. Parâmetros de rendimento do processo existente – Testemunha.

DATA	ENTRADA (kg)	TEMPO (h)	SAÍDA (kg noz)	CAPACIDADE (kg. h⁻¹)	PRODUÇÃO (kg noz . h⁻¹)	PRODUTIVIDADE (kg/homem . h)
2/3/2004	8.260	7,75	3.964	1.065,81	511,48	36,53
3/3/2004	6.780	7,25	3.227	935,17	445,10	31,79
4/3/2004	5.100	5,67	2.510	900,00	442,94	31,64
8/3/2004	10.121	8,33	4.951	1.214,52	594,12	42,45
TOTAL	30.261	29:00	14.652	1.043,48*	505,24*	36,09*

*média

Durante a fase de levantamento bibliográfico, não foram encontrados trabalhos que mensurassem a produtividade do processo em uma unidade de pré-limpeza de macadâmia. Alguns trabalhos analisaram, isoladamente, a capacidade, produção e eficiência de alguns equipamentos, não havendo parâmetros de comparação.

O cálculo do consumo energético mostrou que, em média, foram consumidos 37,8 Wh por kg de noz processada (Quadro 9).

Quadro 9. Consumo energético no processo existente – Testemunha.

DATA	PRODUÇÃO (kg noz. h ⁻¹)	CONSUMO DE ENERGIA	
		kW	Wh/kg noz
2/3/2004	511,48	19,123	37,4
3/3/2004	445,10	19,123	42,9
4/3/2004	442,94	19,123	43,2
8/3/2004	594,12	19,123	32,2
MÉDIA	505,24	19,123	37,8

6.3.2 Unidade 1

Esta Unidade foi desenvolvida a partir de uma reformulação do “layout” e da inclusão de equipamentos de acumulação, transporte, abanação e classificação (Quadro 10). Nesta automação parcial do sistema foram incluídos 4 equipamentos (total de 4 cv) e excluídos 2 descarpeladores (total de 4 cv), não alterando a potência instalada da Testemunha para a Unidade 1.

Quadro 10. Potência instalada dos equipamentos na Unidade 1.

EQUIPAMENTO	POTÊNCIA	
	cv	kW
Transportador inclinado taliscado	1	0,735
Abanador de folhas e impurezas	1	0,735
Classificador cilíndrico de barras	1	0,735
Descarpelador de pneu	2	1,471
Descarpelador de helicóide	2	1,471
Esteira transportadora de carpelo	1	0,735
Elevador de canecas	1	0,735
Ventilador do silo aerado	10	7,355
Triturador de carpelo	7	5,148
TOTAL	26	19,123

Na Unidade 1 foram utilizadas 4 pessoas no processamento dos frutos, o que representou uma redução de 10 pessoas trabalhando no sistema (Quadro 11).

Quadro 11. Número de pessoas utilizadas na Unidade 1.

OPERAÇÃO	HOMENS / DIA
Recebimento	1
Seleção	3
TOTAL	4

Como pode ser visto no Quadro 12, a capacidade instalada de 469 kg de produto por hora (3.752 kg/dia) estava muito abaixo dos 8.000 kg de colheita máxima diária, levando à estocagem de frutos de um dia para outro, acarretando perdas na qualidade. Kowitz et al. (1998), analisando as condições de armazenamento de frutos recém colhidos, afirmaram que é fundamental descarpelar a macadâmia imediatamente após a colheita, e, se não for possível, o fruto deve ser estocado sobre aeração e nunca, em nenhuma circunstância, devem permanecer com carpelo por mais de 24 horas.

Quadro 12. Parâmetros de rendimento da Unidade 1

DATA	ENTRADA (kg)	TEMPO (h)	SAÍDA (kg noz)	CAPACIDADE (kg. h⁻¹)	PRODUÇÃO (kg noz . h⁻¹)	PRODUTIVIDADE (kg/homem . h)
13/5/2004	200	0,30	97	666,67	323,34	80,84
13/5/2004	488	1,17	242	418,28	207,42	51,86
TOTAL	688	1,47	339	469,09*	231,14*	57,78*

*média

Comparando-se os resultados obtidos entre a Testemunha e a Unidade 1, verificou-se que a eficiência do processo, medida em kg de noz por homem por hora, aumentou em 60%, em contrapartida, o consumo de energia elétrica também aumentou 119 % (Quadro 13). A análise destes resultados e as observações realizadas durante o teste indicaram que o aumento de eficiência não atendeu a real necessidade da propriedade de receber, processar e estocar 1.000 kg de produto por hora, exigindo alterações imediatas na Unidade 1.

Quadro 13. Consumo energético na Unidade 1.

DATA	PRODUÇÃO (kg noz . h⁻¹)	CONSUMO DE ENERGIA	
		kW	Wh/kg noz
13/5/2004	323,34	19,123	59,1
13/5/2004	207,42	19,123	92,2
MÉDIA	231,14	19,123	82,7

O Quadro 14 apresenta um resumo da evolução das soluções adotadas da Testemunha para a Unidade 1. A inclusão dos equipamentos de acumulação e ligação melhorou a fluência do produto. O uso do classificador cilíndrico e de apenas 2 descarpeladores em linha não trouxeram os resultados esperados apresentando constantes entupimentos e paralisações.

Quadro 14: Evolução das soluções adotadas da Testemunha para a Unidade 1.

TESTEMUNHA		UNIDADE 1	
ANÁLISE	RESULTADO	ANÁLISE	RESULTADO
Alimentação dos equipamentos realizada manualmente.	Cada funcionário emprega seu ritmo, alguns equipamentos estavam ociosos e outros sobrecarregados.	Alimentação principal realizada por esteira taliscada.	Alimentação constante, coordenada pela moega de recebimento que trabalha “afogada”.
Equipamentos não alinhados e distantes.	Confusão operacional com funcionários cruzando entre os equipamentos.	Equipamentos posicionados em seqüência e sobrepostos, com alimentação por gravidade.	Aumento de eficiência, cada funcionário fixo em uma posição.
Descarpeladores sobrecarregados por folhas, paus, carpelo e terra.	Baixa eficiência e desgaste prematuro do equipamento.	Instalação de um abanador para impurezas leves.	Diminuição de impurezas leves e perda de algumas nozes boas.
Descarpeladores sobrecarregados por nozes descarpeladas e pedras.	Baixa eficiência, trinca nas nozes e quebra do equipamento.	Instalação de um cilindro classificador de barras.	Eliminação de impurezas menores que 16mm.
Recolhimento dos resíduos e alimentação manual do triturador.	Baixa produtividade.	Recolhimento dos resíduos e alimentação automaticamente.	Aumento da produtividade eliminação de entupimentos.

6.3.3 Unidade 2

A Unidade 2 foi baseada no mesmo “layout” da Unidade 1 incluindo-se o uso de mais 2 descarpeladores no recebimento do produto. A potência instalada aumentou de 26 para 30 cv (Quadro15).

Quadro 15. Potência instalada dos equipamentos na Unidade 2.

EQUIPAMENTO	POTÊNCIA	
	cv	kW
Descarpelador de pneu	2	1,471
Descarpelador de helicóide	2	1,471
Transportador inclinado taliscado	1	0,735
Abanador de folhas e impurezas	1	0,735
Classificador cilíndrico de barras	1	0,735
Descarpelador de pneu	2	1,471
Descarpelador de helicóide	2	1,471
Esteira transportadora de carpelo	1	0,735
Elevador de canecas	1	0,735
Ventilador do silo aerado	10	7,355
Triturador de carpelo	7	5,148
TOTAL	30	22,065

Para operacionalizar o sistema foi necessário incluir mais duas pessoas no processo (Quadro 16).

Quadro 16. Número de pessoas utilizadas na Unidade 2.

OPERAÇÃO	HOMENS / DIA
Recebimento	2
Seleção	4
TOTAL	6

O Quadro 17 mostra que a capacidade desta Unidade de 692,32 kg de produto por hora (5.540 kg por dia) ainda estava aquém dos 8.000 kg por dia desejado, restando cerca de 2.500 kg de frutos para serem processados no dia seguinte.

Quadro 17. Parâmetros de rendimento da Unidade 2.

DATA	ENTRADA (kg)	TEMPO (h)	SAÍDA (kg noz)	CAPACIDADE (kg. h⁻¹)	PRODUÇÃO (kg noz . h⁻¹)	PRODUTIVIDADE (kg/homem . h)
17/5/2004	317	0,37	147	864,55	400,91	66,82
21/5/2004	1.875	2,92	910	642,86	312,00	52,00
21/5/2004	1.515	2,00	700	757,50	350,00	58,33
28/5/2004	2.720	4,00	1.250	680,00	312,50	52,08
TOTAL	6.427	9,29	3.007	692,32*	323,91*	53,98*

*média

Comparando-se os dados obtidos entre a Unidade 1 e a Unidade 2, verificou-se que o consumo de energia elétrica por kg de noz diminuiu 18 % (Quadro 18), resultado do aumento de 47% na capacidade de recebimento de produto.

Quadro 18. Consumo energético na Unidade 2.

DATA	PRODUÇÃO (kg noz . h ⁻¹)	CONSUMO DE ENERGIA	
		kW	Wh/kg noz
17/5/2004	400,91	22,065	55,0
21/5/2004	312,00	22,065	70,7
21/5/2004	350,00	22,065	63,0
28/5/2004	312,50	22,065	70,6
MÉDIA	323,91	22,065	68,1

O Quadro 19 apresenta um resumo das soluções adotadas da Unidade 1 para a Unidade 2 e os resultados conseguidos com as alterações. A inclusão de 2 descarpeladores no recebimento do produto aumentou o rendimento do classificador cilíndrico melhorando o processo, por outro lado, a mesa de seleção ficou sobrecarregada.

Quadro 19. Evolução das soluções adotadas da Unidade 1 para a Unidade 2.

UNIDADE 1		UNIDADE 2	
ANÁLISE	RESULTADO	ANÁLISE	RESULTADO
O classificador cilíndrico estava entupindo por excesso de impurezas, que na testemunha eram moídas no descarpelamento inicial.	Paradas constantes para limpeza do sistema, redução na produtividade de todo o processo.	Uso de um descarpelador de pneu no início do processo e de um descarpelador de helicóide na moega de entrada.	O classificador ficou livre, mas a mesa de seleção ficou sobrecarregada com o aumento de nozes descarpeladas.

6.3.4 Unidade 3

A Unidade 3 foi desenvolvida no final da Safra de 2004 e foi baseada nos acertos e erros dos testes anteriores. A potência instalada aumentou de 30 para 32 cv (Quadro 20).

Quadro 20. Potência instalada dos equipamentos na Unidade 3.

EQUIPAMENTO	POTÊNCIA	
	cv	kW
Transportador inclinado taliscado	1	0,735
Bica de jogo classificadora	1	0,735
Descarpelador de pneu	2	1,471
Descarpelador de pneu	2	1,471
Descarpelador de helicóide	2	1,471
Descarpelador de helicóide	2	1,471
Bica de jogo de barras 16mm	1	0,735
Esteira transportadora de carpelo	1	0,735
Esteira transportadora de carpelo	1	0,735
Transportador inclinado taliscado	1	0,735
Elevador de canecas	1	0,735
Ventilador do silo aerado	10	7,355
Triturador de carpelo	7	5,148
TOTAL	32	23,536

Para operacionalizar o sistema foram utilizadas 6 pessoas, não havendo aumento de mão de obra em relação a Unidade anterior (Quadro 21).

Quadro 21. Número de pessoas utilizadas na Unidade 3.

OPERAÇÃO	HOMENS / DIA
Recebimento	1
Seleção	5
TOTAL	6

A Unidade 3 apresentou a capacidade de 1.134,48 kg de produto por hora, adequada ao desejado (Quadro 22). O aumento da capacidade foi conseguido devido à limpeza e classificação do produto realizada por uma bica de jogo instalada logo após o recebimento, conduzindo-o a duas linhas independentes de descarpelamento com ajustes próprios.

Quadro 22: Parâmetros de rendimento da Unidade 3.

DATA	ENTRADA (kg)	TEMPO (h)	SAÍDA (kg noz)	CAPACIDADE (kg . h⁻¹)	PRODUÇÃO (kg noz . h⁻¹)	PRODUTIVIDADE (kg/homem . h)
22/6/2004	2.896	2,50	1.425	1.158,40	570,00	95,00
9/3/2005	4.854	4,00	2.354	1.213,50	588,49	98,08
10/3/2005	3.895	3,75	2.152	1.038,67	573,87	95,64
15/3/2005	2.540	2,25	1.313	1.128,88	583,55	97,26
TOTAL	14.185	12,50	7.244	1.134,8	579,52	96,59

*média

O consumo de energia específica por kg de noz diminuiu 40,4 % (Quadro 23), em relação ao modelo anterior, resultado do aumento de 63,9 % na capacidade de recebimento de produto.

Quadro 23. Consumo energético na Unidade 3.

DATA	PRODUÇÃO (kg noz.h ⁻¹)	CONSUMO DE ENERGIA	
		kW	Wh/kg noz
22/6/2004	570,00	23,536	41,3
9/3/2005	588,49	23,536	39,9
10/3/2005	573,87	23,536	41,0
15/3/2005	583,55	23,536	40,3
MÉDIA	579,52	23,536	40,6

Quadro 24. Evolução das soluções adotadas da Unidade 2 para a Unidade 3.

UNIDADE 2		UNIDADE 3	
ANÁLISE	RESULTADO	ANÁLISE	RESULTADO
Pontos de estrangulamentos alternando conforme variação do produto (seco ou úmido, limpo ou sujo).	Redução na produtividade de todo o processo.	Instalação de uma bica de jogo para limpar, classificar e conduzir o produto a duas linhas distintas de descarpelamento.	Diminuição de impurezas, ritmo na alimentação dos descarpeladores e aumento de produtividade.
Descarpeladores ajustados para frutos de até 16mm.	Aumento de danos nos frutos maiores (quebras e trincas). Desgaste excessivo do equipamento.	Descarpeladores de pneu ajustados para dois tamanhos de frutos, de 16 a 25mm e maiores que 25mm.	Diminuição de danos nos frutos e quebras de equipamento. Aumento de eficiência e produtividade.
Uso de descarpeladores de helicóide para repasse de frutos com carpelo aderido. Alta pressão sobre os frutos.	Aumento de danos nos frutos maiores (quebras e trincas). Desgaste excessivo do equipamento	Uso de descarpeladores de helicóide para transporte de nozes e eliminação de impurezas. Diminuição da pressão sobre os frutos.	Diminuição de danos nos frutos e quebras de equipamento. Aumento de eficiência e produtividade.

6.4 Análise econômica

6.4.1 Custo operacional

O Quadro 25 apresenta um resumo dos dados obtidos nos sistemas analisados. A Unidade 3, como esperado por ser uma evolução dos demais, apresentou os melhores resultados. Comparando-se os resultados da Testemunha com a Unidade 3 verificou-se, respectivamente, que: A operação do sistema era realizada com 14 pessoas contra 6, redução de 57 % da mão de obra; A capacidade do recebimento ficou acima de 1.100 kg por hora na Unidade 3, aumento de 9 % em relação à Testemunha e 13,5% acima do mínimo desejado; A eficiência operacional quase triplicou indo de 36,09 para 96,59 kg por homem por hora e, finalmente, o consumo de energia teve um aumento de apenas 2,8 Wh (7,4 %) por kg de noz.

Quadro 25. Resumo dos dados obtidos.

UNIDADE	MÃO DE OBRA	CAPACIDADE (kg . h ⁻¹)	PRODUTIVIDADE (kg/homem . h)	CONSUMO DE ENERGIA (Wh / kg noz)
Testemunha	14	1.043,48	36,09	37,8
Unidade 1	4	469,09	57,78	82,7
Unidade 2	6	692,32	53,98	68,1
Unidade 3	6	1.134,80	96,59	40,6

Os resultados obtidos (Quadro 26) mostraram que o beneficiamento na Unidade 3 representou uma economia de 58,7 % em relação à Testemunha.

Quadro 26. Comparativo de custos.

UNIDADE	MÃO DE OBRA	ENERGIA	CUSTO TOTAL	CUSTO SAFRA
	R\$ / kg noz	R\$ / kg noz	R\$ / kg noz	R\$ / 200 t noz
Testemunha	0,1086	0,008567	0,117167	23.433,40
Unidade 1	0,0656	0,018744	0,084344	16.868,80
Unidade 2	0,0702	0,015435	0,085635	17.127,00
Unidade 3	0,0392	0,009202	0,048402	9.680,40

6.4.2 Custos de montagem e equipamentos

6.4.2.1 Evolução da Testemunha para a Unidade 3

O Quadro 27 apresenta os custos dos equipamentos que foram incluídos aos já existentes na Testemunha. O elevador e o transportador foram comprados em empresas especializadas no ramo, os outros equipamentos foram construídos na propriedade.

Quadro 27. Equipamentos e montagem – Unidade 3.

ITEM	R\$
Elevador / transportador	6.970,00
Bicas de jogo / classificador	8.150,00
Chapas / moegas / estrutura	4.900,00
Montagem	3.230,00
Instalações elétricas	2.200,00
TOTAL	25.450,00

6.4.2.2 Unidade completa similar à Unidade 3

O Quadro 28 apresenta a relação de equipamentos e os respectivos custos para construção de um sistema de pré-limpeza com capacidade máxima de processar 8.000 kg / dia de frutos de macadâmia, similar ao proposto pela Unidade 3.

Quadro 28. Equipamentos e montagem de um sistema de pré-limpeza de macadâmia.

ITEM	R\$*
Descarpeladores de pneu (2)	9.000,00
Descarpeladores de helicóide (2)	15.000,00
Silo aerado	15.000,00
Triturador	2.500,00
Elevador / transportador	6.970,00
Bicas de jogo / classificador	8.150,00
Chapas / moegas / estrutura	4.900,00
Montagem	3.230,00
Instalações elétricas	2.200,00
TOTAL	66.950,00

*Preços de março/2005

6.5 Amortização do Investimento

6.5.1 Caso estudado

O valor total dos equipamentos incluídos na Unidade 3, em relação à Testemunha, foi de R\$ 25.450,00, e propiciou economia de R\$ 0,069 por kg de noz processada. Desta forma, o investimento realizado será amortizado em 50 dias de processamento.

6.5.2 Instalação nova

Para instalação de um sistema de pré-limpeza completo similar à Unidade 3, o produtor irá gastar aproximadamente R\$ 67.000,00, ou o equivalente a US\$ 29.000,00. Considerando-se que, na Safra 2005 a noz macadâmia foi comercializada a um preço médio de US\$ 1.40 / kg, o valor investido representaria cerca de 10% de uma produção de 200 toneladas em casca. A tabela de preços, da QueenNut Macadamia, para compra de noz em casca safra 2005 pode ser vista no Apêndice 6.

As beneficiadoras de macadâmia do mundo todo penalizam produtos de baixa qualidade e bonificam os de alta, com preços que variam de US\$ 0.50 a 3.00 dependendo do rendimento de amêndoas ou taxa de recuperação (TR%).

Assim, a instalação de um processo de pré-limpeza adequado diminui a possibilidade de perdas no pós-colheita e garante preços acima da média ao produtor.

7 CONCLUSÕES

As Unidades 1 e 2, desenvolvidas, apresentaram aumentos na produtividade e reduções nos custos operacionais em relação à Testemunha. Entretanto, não atenderam as condições básicas de receber e processar 8.000 kg de produto por dia, sendo descartadas das análises de viabilidade econômica.

A Unidade 3 atendeu os objetivos propostos no presente trabalho, diminuindo de 14 para 6 o número de pessoas envolvidas no processo, aumentando a capacidade de recebimento de produto de 1.043 para 1.134 kg e, reduzindo em 58,7 % os custos totais das operações de pré-limpeza.

As análises dos custos para migrar do sistema utilizado na Testemunha para a Unidade 3 mostraram que, os investimentos em equipamentos e automação serão pagos em, aproximadamente, 50 dias de processamento.

O custo de um sistema completo de pré-limpeza similar a Unidade 3 representou 10 % de uma safra de 200 t de nozes.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABM – *Associação Brasileira de Noz Macadâmia - Boletim Informativo*. Dois Córregos, SP. Fevereiro de 2005.
- ALLEN, J.W. *The Good Book – The Macadamia Bible*. Australia, 1996. 107p.
- BUNGAY, D. *Macadamias Guide to on-farm post-harvest care*. SAMAC – The Southern African Macadamia Grower’s Association. Eskom. Agrelek. África do Sul, 2003. 97p.
- DE MARCHI, M.J. *Caracterização e Competição entre Plantas das Espécies da Nogueira Macadâmia (Macadamia integrifolia Maiden e Betche e M. tetraphylla L.A.S. Johnson)*. Botucatu: UNESP, 1985. 139p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1985.
- HOBSON, L. *Macadamia Harvesting and Handling*. Macadamia Mini Symposium – Proceedings, SAMAC, Tzaneen, Africa do Sul, 1991. p.30-34.
- IN A NUTSHELL. *South African Macadamia Grower’s Association – Newsletter*, Nelspruit, África do Sul, February, 2000.
- INC - *International Tree Nut Council - The Cracker*, Jan. 2005.
- JOUBERT, A.J. *The Cultivation of Macadamias*. Institute for Tropical and Subtropical Crops, África do Sul, 1994. Bulletin 426, 66p.
- KINCH, D.M., WANG, J.K., STROHMAN, R.E. *Equipment for Husking Macadamia Nuts*. Hawaii Agricultural Experiment Station – HAES, Bulletin 126, University of Hawaii, 19p. 1961.
- KOWITZ, T.J., MASON, R.L., BOWDEN, R.P., ISAACS, A.R. *Storage of macadamia nut-in-shell*. Horticulture Research & Development Corporation (HRDC) Final Report HRDC project MC 607. HRDC, Sydney, Australia, 1998. 101p.
- LEE, P. *Macadamia Growers Handbook*. SAMAC – The Southern African Macadamia Growers Association, Tzaneen, África do Sul, 1998. 65p.
- LEVERINGTON, R.E. *Evaluation of Macadamia Nut Varieties for Processing*. Queensland Journal of Agricultural Science. V.19, N.1, p.33-45, 1962.

- LUAN, J.M., LIANG, T. *An improved macadâmnia nut husker*. Journal of Agricultural Engineering Research, v. 28, p. 337-347, 1983.
- MOHSENIN, N.N. *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. New York: Gordon and Breach Science Publishers, 1970. 733p.
- O'HARE, P., VOCK, N. *Growing Macadamias in Queensland*. Queensland Department of Primary Industries, Nambour, Australia, 1990. 36p. RQN90007.
- O'HARE, P., BELL, D., BURTON, D. SALMON, T. *Australian Macadamia Industry Code of Sound Orchard Practices*. Australian Macadamia Society Limited. Australia's Leading Horticultural Organisation. Australia, November/2000. 36p.
- PIZA, I.M.T., TOLEDO PIZA, P.L.B. *Comportamento Varietal da Macadâmnia nas Operações de Pós-Colheita*. Pesquisa de Campo – QueenNut Macadamia. Dois Córregos, SP. Março de 2005. Trabalho não publicado.
- PIZA, I.M.T., VILHENA, S. *Comportamento Varietal da Macadâmnia – Produção, Qualidade e Vigor*. In: 2º. ENCONTRO NACIONAL DE NOZ MACADÂMIA, Associação dos Produtores de Macadâmnia do Estado de São Paulo – APROMESP. Dois Córregos. Setembro de 2004.
- STOREY, W.B. *The work of many people*. California Macadamia Soc. Yearbook 2. 9-12. 1956.
- TOLEDO PIZA, A.N.J. *A Colheita e o Beneficiamento da Noz Macadâmnia*. In: MACADÂMIA: TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO, por Abel Rebouças São José. Vitória da Conquista, Bahia, DFZ/UESB, 1991. p.131-147.
- TOLEDO PIZA, P.L.B. *Boletim Informativo da ABM – Associação Brasileira de Noz Macadâmnia*. Dois Córregos, SP. Fevereiro de 2005.
- TOLEDO PIZA, P.L.B. *La Producción de la Nuez Macadamia en Brasil*. In: 1º SEMINARIO INTERNACIONAL DE MACADAMIA, Sociedad Paraguaya de Macadamia, Asuncion, Paraguay, 2002. 4p.
- TOLEDO PIZA, P.L.B. *Secagem e Escoamento da Noz Macadamia (M. Integriifolia) em Silo Secador de Fundo Cônico*. Botucatu, SP. Agosto de 2000. 94p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP.
- XAVIER, J.A. *Estudo da quebra da noz macadâmnia*. Botucatu, 1992. 111p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP.

APÊNDICES

Apêndice 1 - Medidas dos frutos, nozes e carpelos – Safra 2003

a = diâmetro do fruto com carpelo d = diâmetro da noz pelo hilo e micrópila
 b = diâmetro do fruto na fenda do carpelo e = diâmetro da noz pela ranhura
 c = espessura do carpelo

AMOSTRA	DIMENSÕES (mm)				
	a	b	c	d	e
1	27,30	23,60	3,10	23,10	22,40
2	31,70	28,60	2,90	28,20	25,90
3	29,90	27,10	2,90	26,50	25,40
4	27,80	25,10	3,40	24,60	22,20
5	29,50	26,60	2,90	26,10	24,50
6	29,10	25,40	2,60	24,70	24,70
7	36,48	34,38	3,42	29,99	28,54
8	30,83	27,01	3,05	24,65	25,14
9	28,70	24,93	3,02	24,33	21,99
10	29,17	25,94	2,90	25,29	24,23
11	26,81	23,89	2,08	21,18	23,52
12	26,54	24,08	2,68	24,06	22,02
13	32,13	29,30	3,45	28,98	26,47
14	29,47	25,60	2,90	26,63	24,77
15	28,58	26,05	2,44	25,51	23,77
16	27,30	25,10	2,32	25,65	23,55
17	26,36	23,95	2,30	23,87	20,92
18	26,30	24,76	2,81	24,49	21,27
19	31,84	26,45	2,02	26,11	24,63
20	30,43	27,00	2,81	26,64	24,50
21	26,88	24,98	3,13	24,72	23,17
22	29,51	26,64	2,70	26,56	25,16
23	28,19	24,88	2,88	24,23	23,19
24	28,59	25,20	2,35	24,60	23,55
25	26,45	24,44	2,34	24,78	22,06
26	30,67	28,02	2,95	28,24	25,66
27	30,17	26,69	2,36	26,24	24,78
28	28,46	26,52	1,86	25,85	24,80
29	28,85	24,87	2,24	24,10	22,06
30	31,30	28,42	3,10	28,85	26,05
31	29,21	26,92	2,32	26,36	25,89
32	32,64	30,10	2,72	29,49	28,17
33	26,27	24,00	2,73	23,91	21,24
34	28,62	25,47	2,58	25,06	22,94

AMOSTRA	DIMENSÕES (mm)				
	a	b	c	d	e
35	30,59	36,72	2,47	28,12	25,60
36	29,07	26,11	2,06	25,90	24,09
37	26,33	23,61	3,22	23,88	21,13
38	27,11	24,82	2,64	24,39	23,44
39	30,24	28,76	2,92	26,57	25,99
40	28,94	26,49	1,82	25,17	24,57
41	29,06	26,30	2,79	26,17	24,63
42	27,86	26,27	2,53	24,40	23,71
43	30,07	28,34	2,49	26,63	25,71
44	29,31	26,30	2,70	24,31	24,10
45	29,58	28,29	2,23	27,08	25,09
46	29,62	26,67	2,37	25,47	24,44
47	29,54	25,79	2,79	24,08	23,44
48	27,85	25,65	2,55	24,66	24,10
49	29,30	26,12	2,17	28,42	24,40
50	30,74	28,73	2,62	26,37	26,10
51	29,77	26,90	2,18	26,54	25,31
52	29,20	27,29	2,24	25,68	25,15
53	31,42	28,99	3,18	28,56	26,64
54	30,85	28,06	2,14	28,57	25,93
55	28,10	24,55	2,19	23,85	22,57
56	29,01	25,42	2,02	25,66	23,86
57	31,51	29,46	2,48	28,48	26,74
58	29,35	26,90	2,41	26,41	25,43
59	26,43	24,03	2,71	23,10	21,58
60	31,66	28,45	2,89	28,08	26,44
61	30,53	28,50	2,22	28,00	26,45
62	28,34	25,91	2,04	24,75	23,68
63	28,30	25,60	2,24	24,74	23,86
64	27,73	24,40	2,81	23,99	22,27
65	28,07	25,89	2,10	24,83	23,73
66	27,89	25,46	2,51	25,32	23,69
67	28,52	25,21	2,33	23,50	23,73
68	29,43	26,23	2,07	24,51	24,50
69	27,36	23,96	1,79	21,77	21,80
70	29,74	28,36	2,61	26,51	25,68
71	30,64	29,31	3,07	26,80	25,71
72	31,25	28,95	2,32	27,44	26,66
73	29,40	26,58	2,53	26,38	25,92
74	29,36	26,15	2,31	26,33	24,22
75	27,99	25,24	2,89	25,28	22,32

AMOSTRA	DIMENSÕES (mm)				
	a	b	c	d	e
76	28,94	25,29	3,06	24,62	22,30
77	29,35	26,95	2,76	26,22	25,33
78	29,46	25,51	2,85	25,02	22,84
79	28,26	25,88	2,48	24,61	23,94
80	28,60	26,11	2,85	24,76	24,08
81	28,27	25,80	2,67	25,08	24,03
82	26,28	24,07	2,04	22,45	21,48
83	29,14	26,97	2,17	23,93	24,70
84	29,52	26,38	3,02	24,90	24,03
85	28,50	25,99	2,70	24,53	24,01
86	30,79	29,02	2,34	26,87	26,62
87	29,63	24,62	3,06	24,42	22,48
88	29,96	27,52	3,09	26,35	25,47
89	29,12	26,56	2,62	25,55	24,65
90	27,76	25,80	2,81	25,28	23,68
91	24,17	21,90	2,85	21,16	19,66
92	26,13	23,93	2,76	23,82	22,37
93	28,89	26,26	2,65	26,51	24,14
94	31,38	29,55	2,75	28,72	26,80
95	30,01	27,17	2,98	27,05	25,58
96	30,76	28,27	3,04	25,58	25,33
97	28,86	26,44	3,43	24,97	23,39
98	27,01	24,81	2,85	24,27	23,29
99	26,18	24,05	3,24	24,17	21,72
100	29,74	26,79	2,70	26,24	25,24
101	29,90	28,69	3,16	26,50	25,43
102	29,06	26,41	3,05	26,35	24,97
103	28,45	25,54	2,72	25,79	23,67
104	29,05	26,56	3,17	25,92	24,61
105	26,88	24,43	2,84	23,74	23,34
106	28,41	25,09	3,24	25,24	23,51
107	26,75	24,96	3,01	23,98	22,26
108	31,80	29,59	2,61	28,64	28,72
109	28,91	26,07	2,82	25,99	24,44
110	30,72	26,71	3,04	26,25	24,70
111	29,15	26,50	2,88	26,36	24,37
112	28,50	26,02	3,02	25,40	24,26
113	29,90	26,12	3,43	26,36	22,94
114	32,14	29,79	2,78	28,88	28,34
115	28,69	25,98	2,94	25,27	23,79
116	29,02	26,87	2,26	24,32	25,00

AMOSTRA	DIMENSÕES (mm)				
	a	b	c	d	e
117	29,93	27,13	3,20	26,27	25,92
118	29,11	26,40	2,97	25,42	24,86
119	29,15	27,83	2,76	25,96	25,28
120	25,13	22,70	3,08	22,92	19,53
121	30,36	27,57	2,72	26,53	25,65
122	31,41	29,30	3,01	28,74	27,50
123	29,01	26,17	1,92	24,28	25,15
124	26,44	24,41	2,89	24,37	23,15
125	29,08	26,39	3,24	25,52	24,32
126	29,68	26,90	3,04	26,21	24,89
127	26,58	24,18	2,55	24,11	21,30
128	24,52	22,01	2,87	22,30	20,36
129	31,73	29,47	3,42	28,77	27,04
130	28,44	25,10	2,93	25,02	21,65
131	26,55	24,53	2,72	24,54	22,88
132	28,84	26,01	2,61	24,03	24,09
133	28,76	24,46	2,78	23,70	21,90
134	29,01	26,12	3,34	26,26	23,82
135	29,27	27,83	2,52	26,34	24,06
136	29,19	26,55	2,42	24,55	24,98
137	29,44	26,69	2,86	26,42	25,23
138	33,56	30,28	2,91	28,17	28,55
139	29,04	26,18	2,90	24,69	23,87
140	29,04	26,82	2,94	26,07	24,12
141	31,16	30,40	2,86	26,65	26,26
142	27,54	25,38	3,06	25,00	23,60
143	28,88	26,42	2,64	26,01	24,88
144	29,16	26,78	2,77	25,49	23,91
145	26,01	23,83	2,81	22,94	21,46
146	26,04	24,29	2,76	23,46	20,87
147	28,85	26,27	2,98	24,80	23,24
148	29,04	25,39	2,70	24,70	23,20
149	29,39	28,09	2,56	25,96	24,44
150	26,46	24,60	3,28	23,20	21,90
151	29,59	26,72	2,73	25,57	25,12
152	27,23	25,10	2,94	24,52	22,01
Mínimo	24,17	21,90	1,79	21,16	19,53
Máximo	36,48	36,72	3,45	29,99	28,72
Médias	28,99	26,41	2,71	25,54	24,18
> frequência	29,90	25,10	2,90	26,36	24,50
desvio padrão	1,75	1,99	0,37	1,65	1,75

Apêndice 2: Dimensões da variedade HAES 660

AMOSTRA	DIMENSÕES (mm)				
	a	b	c	d	e
1	32,6	30,1	2,8	26,0	23,8
2	32,0	29,5	3,2	26,0	25,5
3	32,0	32,0	3,2	27,0	26,3
4	30,9	30,9	3,1	26,0	25,0
5	30,4	26,3	2,8	25,2	24,3
6	30,0	26,6	3,0	23,6	24,4
7	30,0	30,0	3,2	24,5	25,0
8	29,8	27,1	2,7	24,8	24,6
9	29,7	27,4	3,6	24,9	23,1
10	29,5	27,2	3,2	25,7	23,7
11	29,4	26,4	2,7	24,2	23,5
12	29,4	29,4	2,3	26,0	25,0
13	29,0	26,2	3,0	23,5	22,1
14	28,9	27,2	3,2	23,4	22,0
15	28,8	26,4	3,5	23,8	22,3
16	28,7	25,0	3,3	23,7	22,1
17	28,5	28,5	3,0	24,0	23,8
18	28,4	25,2	3,2	22,9	21,1
19	28,4	26,3	3,5	22,3	21,2
20	28,3	28,3	3,7	23,7	23,2
21	28,1	26,4	3,0	24,0	23,3
22	28,0	25,8	3,2	22,2	20,4
23	27,6	25,1	3,3	23,0	21,7
24	27,4	24,4	2,0	22,2	21,9
25	27,4	25,4	3,0	23,5	22,8
26	27,0	27,0	2,7	21,7	20,8
27	27,0	23,8	2,5	22,5	21,8
28	26,9	26,9	3,0	22,8	21,0
29	26,6	26,6	2,8	22,0	21,3
30	25,4	23,9	3,2	22,8	20,5
Mínimo	25,40	23,80	2,00	21,70	20,40
Máximo	32,60	32,00	3,70	27,00	26,30
Médias	28,87	27,04	3,03	23,93	22,92
> frequência	32,00	26,40	3,20	26,00	25,00
desvio padrão	1,67	2,03	0,37	1,42	1,62

Apêndice 3: Dimensões da variedade HAES 344

AMOSTRA	DIMENSÕES (mm)				
	a	b	c	d	e
1	33,0	29,6	2,7	27,1	27,0
2	34,1	34,1	2,7	27,5	28,4
3	30,0	27,0	2,6	25,6	24,9
4	30,1	26,7	2,8	24,8	25,3
5	32,0	28,4	3,0	26,9	25,7
6	31,4	31,4	2,7	25,7	26,0
7	31,7	28,5	2,4	26,8	26,4
8	33,0	29,8	2,7	28,0	27,0
9	26,2	26,2	2,6	22,2	21,6
10	28,3	28,3	2,0	23,7	23,4
11	34,0	28,0	3,2	25,8	24,0
12	29,5	27,0	3,0	25,4	24,5
13	31,0	27,8	3,0	25,3	26,6
14	32,3	29,0	2,8	28,0	26,0
15	28,5	28,5	2,0	23,9	24,3
16	31,0	31,0	2,5	25,4	26,0
17	31,4	28,0	3,0	26,5	26,5
18	29,4	26,7	3,0	25,1	24,9
19	30,4	30,4	3,6	24,4	24,0
20	29,2	29,2	2,8	23,0	24,3
21	30,0	30,0	2,5	25,0	25,1
22	28,3	28,3	2,5	22,3	21,9
23	28,2	28,2	2,5	24,3	23,5
24	27,7	27,7	2,8	22,6	22,6
25	30,8	28,0	3,0	25,0	25,2
26	30,0	30,0	2,5	25,7	25,4
27	32,0	32,0	3,0	28,0	27,8
28	32,3	32,3	3,0	27,6	27,9
29	26,6	26,6	3,0	22,6	22,2
30	32,0	32,0	2,3	25,0	26,6
Mínimo	26,20	26,20	2,00	22,20	21,60
Máximo	34,10	34,10	3,60	28,00	28,40
Médias	30,48	29,02	2,74	25,31	25,17
> frequência	30,00	28,00	3,00	28,00	26,00
desvio padrão	2,03	1,95	0,34	1,74	1,77

Apêndice 4: Dimensões da variedade HAES 816

AMOSTRA	DIMENSÕES (mm)				
	a	b	c	d	e
1	34,7	28,8	3,0	25,0	25,6
2	34,5	34,5	3,6	27,5	27,8
3	34,4	31,3	2,7	26,7	28,6
4	34,3	27,7	3,4	25,3	26,7
5	34,3	34,3	3,4	26,9	27,0
6	34,2	34,2	3,5	28,7	29,8
7	34,0	30,3	3,2	26,7	26,6
8	34,0	29,8	3,2	25,7	26,3
9	33,9	33,9	3,0	27,2	28,1
10	33,8	32,0	3,5	26,0	27,2
11	33,7	28,2	3,4	24,4	24,9
12	33,6	28,7	3,1	24,5	26,0
13	33,5	30,4	3,0	24,7	25,1
14	33,5	29,9	3,0	26,0	27,1
15	33,2	33,2	2,9	27,0	27,9
16	33,0	33,0	3,0	26,1	29,2
17	33,0	29,3	2,9	24,3	25,8
18	32,8	27,2	3,0	24,5	26,0
19	32,8	32,8	3,0	26,9	26,9
20	32,7	28,8	2,6	24,2	26,4
21	32,6	32,6	2,6	27,0	27,3
22	32,6	32,6	2,7	26,3	27,3
23	32,2	29,0	2,6	25,7	26,0
24	32,0	32,0	2,7	26,8	27,4
25	32,0	28,5	3,0	25,6	27,0
26	31,8	31,8	2,5	25,7	27,2
27	31,7	31,7	3,5	25,0	25,5
28	31,7	29,4	3,0	26,2	26,0
29	31,7	29,0	3,3	26,7	26,7
30	31,5	31,5	2,8	25,7	27,2
31	31,3	31,3	3,0	25,2	25,8
32	31,3	31,3	3,0	25,5	25,9
33	31,2	26,9	2,9	24,3	24,0
34	31,2	28,9	3,0	25,7	25,7
35	31,2	27,7	3,0	26,5	26,5

AMOSTRA	DIMENSÕES (mm)				
	a	b	c	d	e
36	31,1	28,0	3,2	24,8	24,6
37	31,1	31,1	3,0	24,6	26,5
38	31,0	31,0	2,6	25,6	27,4
39	30,9	30,9	2,5	25,0	26,0
40	30,8	30,8	3,3	23,5	24,6
41	30,5	26,3	2,8	24,5	25,5
42	30,4	27,8	2,8	25,0	25,5
43	30,4	26,2	3,2	22,7	23,5
44	30,2	30,2	2,3	25,3	26,4
45	30,1	27,2	3,4	23,0	23,8
46	30,0	30,0	2,6	24,3	25,5
47	29,8	25,7	2,9	22,6	22,6
48	29,2	29,2	3,4	23,7	24,4
49	28,6	28,6	2,9	23,3	24,3
50	27,2	24,5	2,8	21,4	22,0
Mínimo	27,20	24,50	2,30	21,40	22,00
Máximo	34,70	34,50	3,60	28,70	29,80
Médias	32,02	30,00	2,99	25,31	26,14
> frequência	31,70	31,30	3,00	25,70	26,00
desvio padrão	1,69	2,37	0,30	1,41	1,53

Apêndice 5: Dimensões da variedade 4-12B

AMOSTRA	DIMENSÕES (mm)				
	a	b	c	d	e
1	34,2	31,0	2,6	28,5	27,8
2	33,0	30,4	3,0	28,7	28,6
3	30,6	30,6	2,5	25,8	26,3
4	30,2	30,2	2,3	27,5	26,4
5	28,2	28,2	2,4	24,8	24,0
6	28,7	28,7	2,3	24,7	25,0
7	31,0	31,0	3,0	24,0	25,5
8	29,8	29,8	2,7	24,3	24,8
9	31,2	31,2	2,8	28,0	26,2
10	29,0	29,0	3,0	25,5	24,0
11	35,0	30,0	3,5	25,5	27,3
12	32,4	28,1	3,0	26,0	26,0
13	31,7	28,3	2,6	24,8	25,0
14	31,4	28,2	2,0	26,5	25,3
15	31,4	31,4	2,4	26,0	27,0
16	30,9	30,9	2,6	24,7	25,5
17	30,7	30,7	2,3	25,8	25,0
18	28,3	28,3	3,0	24,0	24,0
19	31,2	31,2	2,3	26,0	27,6
20	29,5	29,5	2,6	25,0	25,0
21	31,4	27,6	2,5	25,3	24,8
22	35,0	29,0	3,0	27,0	27,0
23	31,0	31,0	2,8	26,9	27,0
24	29,9	29,9	2,0	25,2	25,3
25	35,0	30,0	3,0	27,6	29,0
26	33,0	33,0	2,5	27,8	28,8
27	31,4	31,4	2,7	25,0	25,3
28	30,5	27,0	2,4	25,7	25,8
29	30,0	30,0	2,1	25,3	23,0
30	29,8	29,8	3,0	23,2	24,5
Mínimo	28,20	27,00	2,00	23,20	23,00
Máximo	35,00	33,00	3,50	28,70	29,00
Médias	31,18	29,85	2,63	25,84	25,89
> frequência	31,40	31,00	3,00	26,00	25,00
desvio padrão	1,87	1,37	0,35	1,39	1,51

Apêndice 6: Tabela de compra – Noz Macadâmia em casca – Safra 2005

QueenNut Macadâmia – Safra 2005

Tabela de Preços

Teor de Umidade = 10%

Taxa de Recuperação TR%	US\$*
15	0,58
16	0,67
17	0,73
18	0,82
19	0,89
20	1,02
21	1,08
22	1,16
23	1,26
24	1,34
25	1,40
26	1,48
27	1,58
28	1,68
29	1,82
30	1,97
31	2,13
32	2,29
33	2,46

* US\$ comercial compra.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)