

CARACTERIZAÇÃO MORFOMECÂNICA PARA BENEFICIAMENTO DO FRUTO DA CASTANHA-DE-CUTIA (*Couepia edulis*)¹

JOSÉ DALTON CRUZ PESSOA², ODÍLIO BENEDITO GARRIDO DE ASSIS³, DANIEL CESAR BRAZ⁴

RESUMO - A castanha-de-cutia (*Couepia edulis* (Prance) Prance) é um fruto fibroso encontrado na Amazônia Ocidental contendo uma amêndoa muito saborosa que os caboclos daquela região costumam consumir torrada e moída com a farinha de mandioca. Suas qualidades organolépticas tornam-na uma boa candidata para consumo também nos grandes centros urbanos do Brasil e no exterior. Diferentemente do que acontece nas indústrias extratoras de óleo, para o consumo de mesa, as amêndoas inteiras e com boa aparência são mais valorizadas. Esta é a primeira razão para o desenvolvimento de um equipamento de extração da amêndoa; o outro motivo é a inexistência de estudos específicos para o desenvolvimento de metodologias de extração da amêndoa da castanha-de-cutia. Neste trabalho, realizou-se parte das análises recomendadas para o desenvolvimento de um extrator da amêndoa de dentro do fruto: foi avaliado qualitativamente o comportamento reológico e de hidratação do mesocarpo; medidas as irregularidades e a esfericidade da seção transversal do fruto em função do perímetro do fruto; determinadas a excentricidade da seção longitudinal do fruto em função da área total, e a taxa de ocupação da amêndoa nas seções transversal e longitudinal. Estas informações serão usadas para desenvolver uma instrumentação de extração da amêndoa inteira, do fruto, com baixo risco para o operador e adequada para trabalhos em campo e em agroindústrias.

Termos para indexação: instrumentação, castanha-de-cutia, amêndoa, beneficiamento, extração

CUTIA-CHESNUT (*Couepia edulis*) MORPHOMECHANICAL CHARACTERIZATION FOR FRUIT PROCESSING

ABSTRACT - Cutia-Chesnut (*Couepia edulis* (Prance) Prance) is a fibrous fruit from western Amazon containing a tasteful almond that native people toast and mill to eat with cassava flour. The organoleptic characteristics of the almond make it a potential product for consumption at the cities in Brazil and abroad. Different from industries of oil extraction, the home consumer prefer and pay more for non-fragmented almonds. This is the first reason to develop an equipment to extract the almond from the fruit; the other reason is the lack of studies to develop methodologies of extraction for Cutia-Chesnut. This paper present part of the analysis recommended to the development of a methodology to extract the almond from the fruit: were evaluated qualitatively the rheological behaviour and mesocarp hydration; and measured the irregularities and sphericity of transversal section in respect to the perimeter of the fruit; the excentricity of transversal section in respect to its total area; and occupation rate of the almond on transversal and longitudinal sections. These information will be used to develop an instrumentation to extract the almond, intact, from the fruit, with small operational risk and applicable on forest and agroindustries.

Index terms: instrumentation, Cutia-chesnut., almond, processing, extraction

INTRODUÇÃO

A árvore da castanha-de-cutia (*Couepia edulis* (Prance) Prance) (Prance, 1975) é uma Chrysobalanaceae de porte mediano, atingindo até 25 m de altura por 50 cm de Diâmetro à Altura do Peito, tronco raramente reto, com pequenas sapopemas basais; a casca é parda e áspera; a copa é aberta com 12 a 15 m de diâmetro. As folhas são alternadas e simples; a lâmina ovalado-elíptica, de 7 a 17 cm de comprimento e 4 a 12 cm de largura, o ápice arredondado e acumiado. A inflorescência é uma panícula curta e muito ramificada, com 5 a 10 cm de comprimento, com umas vinte pequenas flores assimétricas e bissexuais. O fruto é uma drupa, ovóide alongada, de cor pardo-escura, formada de uma casca espessa, lisa, dura, mas esponjosa, que encerra uma castanha com testa escura, quase preta, envolvendo a amêndoa de cor branca. O peso médio de uma fruta é, aproximadamente, 82 g, e o peso médio de uma amêndoa é 15,5 g (19 % do fruto). As dimensões médias do fruto são 9 a 10 cm de comprimento por 5,5 a 6 cm de diâmetro (Souza et al., 1996).

Esta espécie é originária da bacia do médio Solimões e médio Purus. Adapta-se bem em solos pobres e argilosos da floresta úmida de terra firme, incluindo áreas que normalmente alagam. Floresce e frutifica entre fevereiro e março, e os frutos novos necessitam de um ano para amadurecer. Nos arredores de Manaus, essa espécie floresce entre fevereiro e novembro, e frutifica entre fevereiro e agosto.

As amêndoas dessa espécie são consumidas assadas, misturadas ou preparadas com farinha de mandioca. Tem sabor similar ao da castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa* H & B), ainda que a textura seja um pouco mais branda. A composição da amêndoa é: óleo (74,1 %), água (3,6 %), proteína (16,6 %) e azoto (2,7 %). O óleo extraído das amêndoas é claro, inodoro, utilizado para cozinhar. Pelo índice de iodo, o

óleo de castanha-de-cutia é classificado como secativo. Os óleos secativos são usados largamente na indústria de tintas, vernizes, lacas, linóleos, substitutos de couro impermeáveis, e em todos os ramos de impressão e indústrias semelhantes.

Os frutos maduros caem no solo e devem ser coletados imediatamente, pois são muito apreciados por roedores. Os frutos podem ser armazenados por um curto período de tempo em um lugar seco e ventilado.

A castanha-de-cutia cresce bem em sistema de monocultura e, até o momento, não se tem notícias de pragas e doenças. Em solos férteis, uma árvore adulta chega a produzir mais de 2.400 frutos, equivalente a 200 kg (Fao, 1987), com 38 kg de amêndoas ou 28 kg de óleo. Em um plantio com 100 árvores/ha, pode-se produzir o equivalente a 20 t/ha/ano de frutos (3,8 t de amêndoas ou 2,8 t de óleo). É importante destacar que um bom ano de produção é geralmente seguido por um pobre, já que a árvore utiliza a maioria de suas reservas acumuladas e leva mais de um ano para recuperá-las.

Atualmente, a extração da amêndoa de dentro do fruto é feita pela associação de impacto e corte, utilizando-se de uma marreta e de um terçado, em uma atividade puramente extrativista. Apesar do alto potencial de comercialização desta espécie nativa da Amazônia, sua inserção no mercado é insignificante e uma das razões é a falta de tecnologia de beneficiamento. Com este trabalho, observou-se o comportamento viscoelástico do fruto e obtiveram-se informações sobre sua morfologia, o que contribuirá para o desenvolvimento das tecnologias necessárias a seu beneficiamento agroindustrial. É possível que estas tecnologias possam ser usadas também para a castanha-de-galinha, ou castanha-pêndula (*Couepia longipendula* Pilger), que apresenta características semelhantes à castanha-de-cutia.

¹ (Trabalho 060/2003). Recebido: 15/04/2003. Aceito para publicação: 01/04/2004. Este trabalho realizado com recursos do projeto Embrapa MP3-03.02.2.22.00.01.

² Instrumentação em Fisiologia Vegetal. Embrapa Instrumentação, São Carlos-SP, C.P 741, CEP 13.560-970, Tel: 16-274.24.77. dalton@cnpdia.embrapa.br. Autor para correspondência.

³ Ciência dos materiais. Embrapa Instrumentação, São Carlos-SP, odilio@cnpdia.embrapa.br. Tel: 16-274.24.77

⁴ Aluno de Engenharia Física/UFSCar

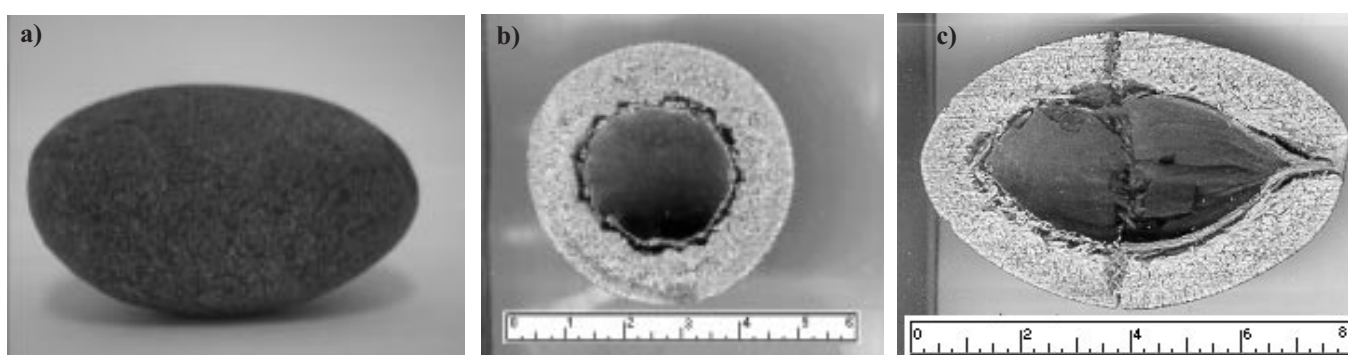


FIGURA 1 - a) Fruto da castanha-de-cutia; b) Corte transversal, onde o eixo secundário mede em torno de 6 cm; c) Corte longitudinal, onde o eixo maior mede em torno de 8 cm

Com este trabalho, esperamos dispor de parte das informações necessárias para o desenvolvimento tecnológico do beneficiamento, que viabilize o desenvolvimento regional deste setor e melhore as condições socioeconômicas das famílias envolvidas nesta atividade.

MATERIAL E MÉTODOS

Na caracterização morfológica da castanha-de-cutia, determinamos a esfericidade (ϵ) da seção transversal do fruto, um parâmetro geométrico que indica o quanto uma forma (ou seção gráfica) se aproxima do padrão circular. Ela é definida como a razão $\epsilon = R_i/R_c$, onde R_i é o raio da maior circunferência inscrita e R_c o raio da menor circunferência circunscrite, com eixos concêntricos em seu centro de massa. A esfericidade é, portanto, um número adimensional com valores no intervalo $0 < \epsilon \leq 1$, sendo 1 para a forma circular perfeita.

A excentricidade é uma medida da relação de comprimento dos eixos de uma elipse. Elipses mais longas têm excentricidade menor, e as bojudas, mais parecidas com um círculo, tendem a apresentar excentricidade mais próxima de 1.

Foram realizados dois tipos de ensaio: o primeiro, qualitativo, para avaliar a reologia e a facilidade de hidratação do mesocarpo, e o segundo, quantitativo, para determinar a morfologia do perfil transversal do fruto, sua esfericidade e relação de área com a amêndoa. O perfil longitudinal foi caracterizado quanto à excentricidade e relação de área com a amêndoa. Para avaliar qualitativamente a reologia, o fruto intacto foi comprimido ao longo dos eixos primários e secundários com uma prensa, até duas toneladas. O efeito deste ensaio sobre o fruto foi registrado em fotografia. Para avaliar qualitativamente a hidratação do mesocarpo, o correspondente a meio fruto (sem a amêndoa) foi mergulhado em água durante 24 horas à temperatura ambiente ($\sim 25^\circ\text{C}$) e inspecionada quanto ao molhamento e flexibilidade.

Para avaliação morfológica do perfil transversal, foi montado um sistema para a rotação do fruto em torno do seu eixo maior, consistindo de motor elétrico (12 V, 7 A, rotação máxima 110 rpm), uma garra para fixação do fruto no eixo do motor e uma ponta de giro livre entre as quais o fruto girava. A velocidade de rotação do motor e, portanto, do fruto foi escolhida arbitrariamente em torno de 1 giro/s e mantida constante durante todo o ensaio. Perpendicularmente ao eixo de rotação, foi instalado um LVDT (Linear Voltage Differential Transformer) montado e calibrado para medir deslocamentos maiores que $10\ \mu\text{m}$. Ao núcleo do LVDT foram acopladas duas hastes de alumínio, uma à frente para contato com o fruto através de um rolopressor, e outra atrás para sustentação de uma mola comprimida. Desta forma, o núcleo permanecia pressionado contra a superfície do fruto, acompanhando suas irregularidades, enquanto aquele girava. O sinal correspondente à posição do núcleo do LVDT foi retificado e amplificado em circuito dedicado, cuja saída foi conectada a uma entrada analógica de uma placa para aquisição automática de dados. A taxa de aquisição do sinal do LVDT foi a mesma durante todo o ensaio, em torno de 100 pontos/s, durante pelo menos cinco rotações.

O ponto imaginário de cruzamento entre os eixos principais do fruto e do núcleo do LVDT distou 40 mm de uma das extremidades do fruto e o ponto de contato do rolopressor com o fruto definiu o perímetro menor, usado para análise das irregularidades. Neste trabalho, a

irregularidade foi definida como a posição relativa dos pontos na superfície do fruto, determinada pela normalização do sinal do LVDT.

Os frutos foram seccionados no plano formado pelo perímetro menor para a obtenção das imagens da seção transversal obtidas com um scanner da Hewlet Packard, HP Scanjet 4C. A digitalização simultânea da escala em centímetros permitiu estabelecer uma relação entre o número de *pixels* da região de interesse e a área em cm^2 (Figura 1). Com auxílio do programa Image Tool for Windows, v. 3.0 (Freeware da Universidade do Texas, 1995), foram medidos o raio do maior círculo contido pelo fruto e o raio do menor círculo que contém o fruto. A relação destes valores forneceu a esfericidade da seção transversal.

Os frutos foram seccionados, novamente, ao longo do eixo maior para a obtenção das imagens da seção longitudinal, das quais foi possível determinar o comprimento dos eixos maior e menor da elipse que melhor se ajusta ao perfil do fruto, e, portanto, sua excentricidade em função da área total. Foi também determinada a distância entre a superfície do fruto e da amêndoa em duas posições: a partir da inserção do pedúnculo e a meia distância entre os extremos do fruto.

Ambos os conjuntos de imagens foram usados para determinar a relação entre a área do fruto e da amêndoa. Em todos os ensaios, o espaço amostral foi de 25 frutos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos testes de compressão, o fruto foi submetido a pressões de até 2 ton. Durante estes ensaios, a casca apresentou apenas pequenas fraturas conseqüentes da mudança de formato durante o esmagamento, tanto na compressão ao longo do eixo principal como ao longo do secundário, sendo que, no primeiro, a deformação foi maior. O fruto apresentou um comportamento viscoelástico, e a maior deformação relativa ao longo do eixo principal indica que as fibras devam estar dispostas preferencialmente ao longo deste eixo. Pode-se deduzir também que a abertura do fruto pelo método de impacto e corte deve ser mais eficiente quando aplicada ao longo do eixo principal, como é com o Coco (*Cocos nucifera* L.), uma drupa com epicarpo liso e um mesocarpo espesso e fibroso.

O mesocarpo da castanha-de-cutia é composto de estruturas básicas lignocelulósicas entrecruzadas e firmemente interligadas. Sua imersão em água por 24 horas à temperatura ambiente não mostrou sinais de hidratação.

O relevo ao longo do perímetro menor de três dos 25 frutos estudados foi normalizado para facilitar a comparação morfológica (Figura 2). No espaço amostral dos 25 frutos, o perímetro variou entre 96 e 136 mm, e as variações de altura em relação ao ponto mais baixo foram de $1,3 \pm 0,3$ mm. Levando em conta que o fruto apresenta um comportamento viscoelástico, podem-se identificar pelo menos dois procedimentos para a remoção da amêndoa de dentro do fruto: impacto e corte (como é feito atualmente); e esscarificação, seja por serra, seja por desbaste.

A esfericidade média no espaço amostral foi de $0,4 \pm 0,1$ e a distribuição de valores em função do perímetro indica um comportamento do tipo exponencial (Figura 3a), em função do perímetro das amostras, com grande variabilidade para frutos pequenos e tendência de menor esfericidade para frutos maiores.

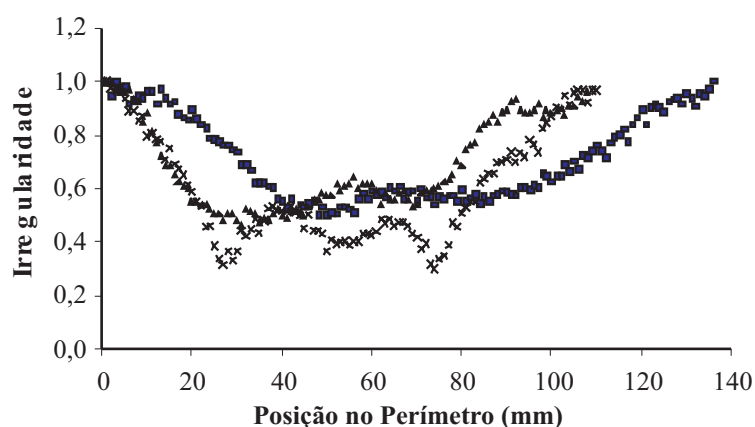


FIGURA 2 - Irregularidade superficial (cota relativa de um ponto na superfície do fruto em relação ao de maior cota) de três frutos ao longo do perímetro menor (perpendicular ao eixo maior, a 40 mm de uma das extremidades). Nos 25 frutos analisados, as irregularidades máximas foram de $(1,3 \pm 0,3)$ mm

A excentricidade média da seção longitudinal foi de $0,65 \pm 0,02$, e a Figura 3b mostra que frutos maiores tendem a ser mais bojudos. O corte longitudinal permitiu também determinar a distância entre as superfícies do fruto e da amêndoa em duas posições: a partir da inserção do pedúnculo e a meia distância entre os extremos do fruto. A partir da inserção do pedúnculo, o envoltório da amêndoa tem espessura de (11 ± 1) mm e a meia distância $(9,7 \pm 0,9)$ mm.

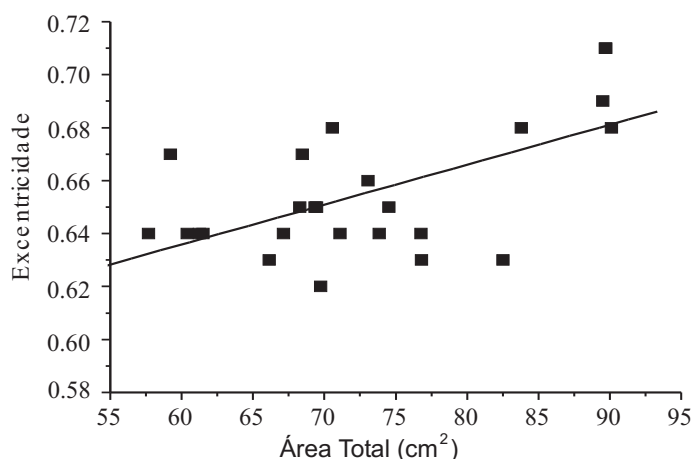
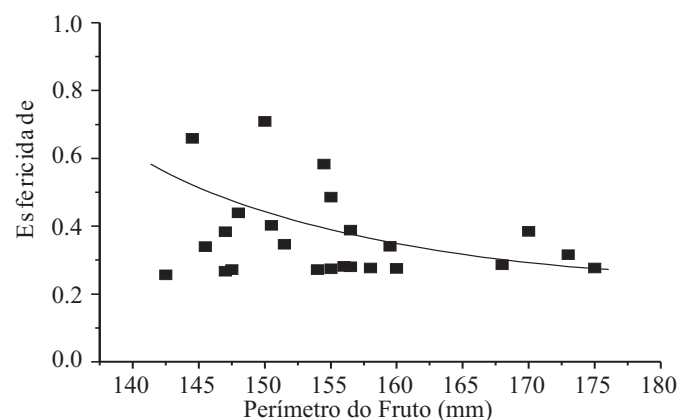


FIGURA 3 - a) Esfericidade da seção transversal do fruto em função do perímetro do fruto. $Esfericidade = 0,8857 + 212,43515 * \exp(-Perímetro / 25,34301)$ ($r^2 = 0,04987$); b) Excentricidade em função da Área total, da seção transversal do fruto. $Excentricidade = 0,20 * Área Total + 34943$ ($r^2 = 0,235$).

As imagens dos cortes longitudinal e transversal do fruto revelam a relação entre o tamanho do fruto e da amêndoa. Na seção longitudinal (Figura 4a), a área ocupada pela amêndoa é quase a metade da área total do fruto (45 ± 8 %), e na seção transversal, Figura 4b, a amêndoa corresponde a aproximadamente (35 ± 5) % da área total. Ambos os gráficos mostram que existe uma relação linear entre os tamanhos do

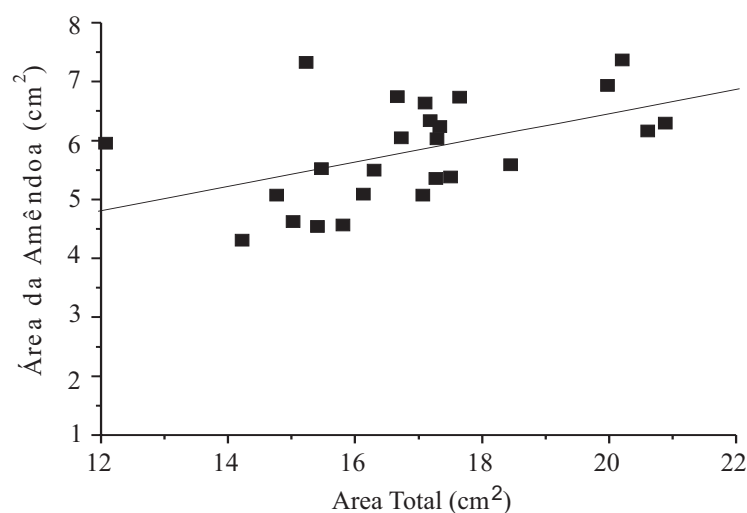
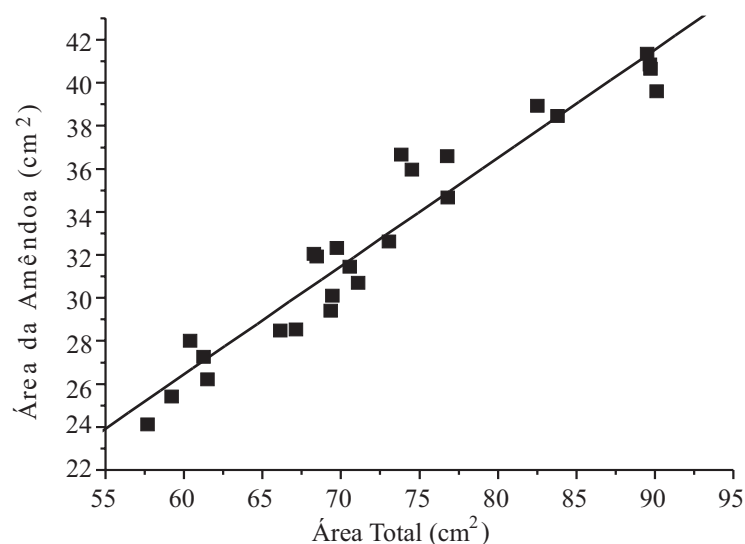


FIGURA 4 - a) Relação de áreas da amêndoa e do fruto na seção longitudinal. $Área da Amêndoa = 0,50 \times Área Total - 3$ ($r^2 = 0,933$) b) Relação de áreas na seção transversal. $Área Amêndoa = 0,20 \times Área Total + 2$ ($r^2 = 0,2346$)

fruto e da amêndoa, e a dispersão dos dados sugere que o comprimento do fruto tem mais influência no tamanho da castanha do que em sua largura.

As informações morfodimensionais aqui apresentadas são subsídios para o desenvolvimento de diferentes aspectos de uma instrumentação eficiente de beneficiamento. A viscoelasticidade do fruto, suas dimensões e as pequenas irregularidades de sua superfície indicam que a escarificação pode ser um método viável para a abertura do fruto e extração da amêndoa inteira se o corte for pouco menor que a espessura mínima observada do mesocarpo. Este método não poderia ser usado, por exemplo, com a macadâmia (*Macadamia integrifolia*), que é aberta, submetendo o fruto a pequenas compressões (Liang, 1977, 1980) ou a diferentes taxas de deformação (Tang et al., 1982). A esfericidade da seção transversal permite que o fruto seja rotacionado em torno do seu eixo maior na máquina de beneficiamento, reduzindo sobremaneira o risco de acidentes com ferramentas de corte, procedimento que não pode ser usado, por exemplo, na abertura da castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa* H & B). A análise das seções transversais forneceu um parâmetro de produtividade: frutos com seção longitudinal mais excêntrica tendem a ter amêndoas maiores. Finalmente, a distribuição da esfericidade e da excentricidade mostrou que existe uma relação entre o tamanho e a forma, potencialmente útil em uma etapa preliminar de classificação dos frutos.

CONCLUSÕES

1) A casca do fruto da castanha-de-cutia apresenta comportamento viscoelástico, não significativamente influenciado pela

imersão em água por 24h. A característica hidrofóbica provavelmente decorre da grande compactação das fibras.

2) O formato circular da seção transversal mediana é função do tamanho do fruto. Frutos maiores tendem a ter seções menos circulares, mas frutos menores apresentam uma alta dispersão em relação à esfericidade. A excentricidade da seção longitudinal indica que frutos maiores se aproximam mais de uma esfera. Portanto, uma classificação por tamanho também seleciona os frutos quanto à esfericidade da seção transversal e a excentricidade da seção longitudinal.

3) A área relativa das seções transversais e longitudinais ocupada pela amêndoa é constante, independentemente do tamanho do fruto, e, portanto, frutos maiores tendem a conter amêndoas maiores.

4) As irregularidades ao longo do perímetro da seção transversal mediana não consistem em uma dificuldade importante para o desenvolvimento de uma metodologia de abertura do fruto por escarificação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao prof. Dr. Warwick Estevam Kerr, pelo fornecimento dos frutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FAO. **Especies forestales productores de frutas y otros alimentos:** castanha-de-cutia; castanha-de-gal nha. Estudio FAO Montes 44/3, 1987. 308 p.
- LIANG, T. A new processing system for maximazing macadamia nut kernel recovery. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.20, n.3, p.438-443, 1977.
- LIANG, T. Designing a constant deformation macadamia nut cracker. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.23, n.5, p.1093-1096, 1980.
- PRANCE, G. T. The correct name for Castanha de cutia (*Couepia edulis* (Prance) Prance – Chrysobalanaceae. **Acta Amazonica**, Manaus, v.5, n.2, p.143-145, 1975.
- SOUSA, A. das G.C. de; SOUSA, N.R.; SILVA, M.E.L. da; NUNES, C.D.M.; CANTO, A do C; CRUZ, L.A. de A. **Fruteiras da Amazônia**. Brasília: EMBRAPA-SPI/Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1996. 204p.
- TANG, G.P.; LIANG, T.; MUNCHMEYER, F. A variable deformation macadamia nut cracker. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v.25, n.6, p.1506-1522, 1982