

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AGRÍCOLA

PROCESSAMENTO DE CASTANHA-DO-BRASIL  
(Bertholletia excelsa H.B.K.)

ARMANDO UBIRAJARA OLIVEIRA SABAA SRUR  
químico industrial

ORIENTADOR:

Prof. Dr. OTTILIO GUERNELLI

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Ciências e Tecnologia de Alimentos

1976

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

Dedico este trabalho

a meus pais,

a minha esposa e

a meus irmãos.

# ÍNDICE

|                                                                           | Página |
|---------------------------------------------------------------------------|--------|
| Resumo.....                                                               | 01     |
| Summary.....                                                              | 02     |
| 1 - Introdução.....                                                       | 03     |
| 2 - Revisão Bibliográfica.....                                            | 05     |
| 2.1 - Conceitos gerais sobre a castanheira.....                           | 05     |
| 2.2 - "Habitat".....                                                      | 05     |
| 2.3 - Cultura.....                                                        | 06     |
| 2.4 - Fruto.....                                                          | 06     |
| 2.5 - Zonas Produtoras.....                                               | 07     |
| 2.6 - Produção.....                                                       | 07     |
| 2.7 - Importância Regional.....                                           | 10     |
| 2.8 - Manuseio da matéria-prima.....                                      | 12     |
| 2.8.1 - Coleta.....                                                       | 12     |
| 2.8.2 - Transporte.....                                                   | 14     |
| 2.8.3 - Beneficiamento.....                                               | 14     |
| 2.8.4 - Classificação.....                                                | 16     |
| 2.8.5 - Armazenamento.....                                                | 19     |
| 2.8.6 - Descascamento, Secagem, Despelícula -<br>gem e Escaldamento.....  | 21     |
| 2.8.7 - Acondicionamento.....                                             | 23     |
| 2.8.8 - Tostagem de amêndoas.....                                         | 24     |
| 2.8.9 - Comercialização.....                                              | 24     |
| 2.9 - Composição química e valor nutritivo da casta<br>nha-do-brasil..... | 31     |
| 3 - Material e Métodos.....                                               | 34     |
| 3.1 - Acondicionamento hermético das amêndoas.....                        | 34     |
| 3.1.1 - Matéria-prima.....                                                | 34     |
| 3.1.2 - Métodos.....                                                      | 35     |
| 3.1.2.1 - Caracterização da matéria -                                     |        |

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| prima.....                                                     | 35 |
| 3.1.2.2 - Preparação da matéria-pri-<br>ma.....                | 36 |
| 3.1.2.3 - Acondicionamento.....                                | 36 |
| 3.1.2.4 - Armazenamento.....                                   | 37 |
| 3.1.2.5 - Análises.....                                        | 37 |
| 3.2 - Despeliculagem e Tostagem das amêndoas.....              | 37 |
| 3.2.1 - Matéria-prima.....                                     | 37 |
| 3.2.2 - Métodos.....                                           | 38 |
| 3.2.2.1 - Caracterização física e<br>química das amêndoas..... | 38 |
| 3.2.3 - Despeliculagem.....                                    | 39 |
| 3.2.3.1 - Despeliculagem em meio á-<br>cido.....               | 39 |
| 3.2.3.2 - Despeliculagem em meio al-<br>calino.....            | 39 |
| 3.2.4 - Tostagem.....                                          | 39 |
| 3.2.4.1 - Fritura ou contacto dire-<br>to.....                 | 39 |
| 3.2.4.2 - Ar quente.....                                       | 42 |
| 3.2.4.3 - Radiação infra-vermelha..                            | 43 |
| 3.2.4.4 - Análises.....                                        | 43 |
| 3.2.4.4.1 - Análise senso-<br>rial.....                        | 43 |
| 3.2.4.4.2 - Análise quími-<br>ca.....                          | 45 |
| 4 - Resultados.....                                            | 46 |
| 4.1 - Caracterização das matérias-primas.....                  | 46 |
| 4.2 - Acondicionamento hermético.....                          | 47 |
| 4.3 - Despeliculagem.....                                      | 48 |
| 4.4 - Tostagem.....                                            | 49 |
| 5 - Discussão.....                                             | 51 |
| 6 - Conclusão.....                                             | 54 |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 7 - Bibliografia..... | 55 |
| Agradecimentos.....   | 60 |

## RESUMO

Dado o interesse da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) para a região amazônica, procurou-se neste trabalho, racionalizar a comercialização desse produto em bases comparáveis com outras amêndoas (caju, amêndoas, etc) de uso tradicional. Estuda-se o atual sistema de comercialização e propõe-se métodos tecnológicos modernos de: (a) armazenagem em condições controladas de temperatura, atmosferas inertes, presença de antioxidantes, pressões reduzidas, controlando-se quimicamente as alterações organoléticas das amêndoas; (b) despeliculagem de amêndoas, através de processos físico-químicos; (c) tostagem em diversos graus, em condições de transmissão de calor variáveis, tais como contato direto (óleo + gordura), infra-vermelho, ar e/ou gases inertes aquecidos ; (d) avaliação das características organoléticas dos produtos processados resultantes, através de equipe treinada em análise sensorial.

## SUMMARY

In view of the economic importance of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) for the Amazonic Region, a study was carried out with the purpose of rationalizing the commercialization of this product on lines similar to those applied to other nuts (cashew nuts, almonds and others). The object of the study was the present system of commercialization of Brazil nuts and the following modern technological methods for their treatment are suggested: (a) storage under controlled temperature conditions, inert atmosphere, and addition of antioxidants, followed by chemical analysis of the organoleptic changes; (b) peeling of the nuts by physico-chemical processes; (c) toasting at various conditions and with various applications of heat such as frying with fats, infra-red radiation and heating by air and/or inert gases. A sensory evaluation of characteristics of the products resulting from the above treatments was carried out during the present work.

## 1 - INTRODUÇÃO

A castanha-do-brasil, também denominada castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa* H.B.K.), tem grande interesse econômico para a região amazônica. As exportações se fazem "in-natura" para diversos países, carreando anualmente milhares de dólares para o Brasil.

Apesar da importância, o produto é comercializado praticamente sem beneficiamento, sofrendo apenas classificação, descascamento e para melhor conservação, desidratação parcial.

Pode-se dizer que a atual tecnologia empregada no Brasil para o beneficiamento da castanha, não sofreu grandes evoluções, permanecendo provavelmente da mesma maneira de que quando se iniciou a sua comercialização.

Face ao exposto, e considerando a deficiência de estudos relacionados com o desenvolvimento tecnológico da castanha, a fim de se obter produtos de boa aceitação e durabilidade, elaboramos este trabalho, com a finalidade de contribuir com conhecimentos destinados a uma melhor qualidade do produto acabado.

O produto manufaturado - sem película e tostado - não é comercializado por falta, na região, de indústrias que o elaborem. À semelhança da castanha de caju, o produto manufaturado alcançaria cotações de mercado muito superiores às obtidas com a venda "in-natura".

Neste trabalho, foi estudado inicialmente, o acondicionamento hermético das amêndoas, visando com isso manter as características do produto "in-natura", bem como aumentar o seu tempo de vida comercial, proporcionando uma maior segurança na comercialização do produto acabado.

A segunda parte do trabalho, foi o desenvolvimento de um método físico-químico para despelicular as amêndoas, as quais são colocadas no mercado, com películas, dando uma aparência desagradável ao produto.

Finalmente, foram estudadas as condições ex-

perimentais de tostagem da amêndoa, quanto às diferentes formas de tratamento térmico - fritura ou contato direto, ar quente e radiação infra-vermelha - e suas implicações na qualidade dos produtos finais, ou sejam, odor, cor, textura, gosto, ácidos graxos livres, índice de iodo e índice de peróxido.

Visamos, pois, criar condições experimentais para o processamento da castanha, de modo a colocá-las no mercado consumidor em termos comparáveis a outros tipos de amêndoas.

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 - Conceitos gerais sobre a castanheira

A castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) foi descrita em 1808 por HUMBOLDT e BOMPLAND, incluída na família das "Lecythidáceas", com 11 gêneros e cerca de 118 espécies, classifica no Brasil no gênero "*Bertholletia*" espécie "excelsa", embora MIERS afirmasse que deveriam haver duas espécies, a "*Bertholletia excelsa* H.B.K." no sul da Venezuela e a "*Bertholletia nobilis* Miers" na Amazônia (4,29, 37,39). É uma árvore de grande porte, tendo 30 a 50 m de altura, até 2 m de diâmetro na base e, mais ou menos, 40 m de diâmetro na sua copa, de ramos curvados nas extremidades (4,32,38).

O seu produto de maior valor é a amêndoa, considerada alimento rico em substâncias proteicas, lipídicas e vitamínicas, podendo ser consumida "in-natura" ou como ingredientes em grandes variedades de receitas (26). Fornece, além disso, madeira de ótima qualidade que possui largo emprego na indústria de construção devido a sua elevada dureza e grande durabilidade (3).

### 2.2 - "Habitat"

A castanheira tem por "habitat" natural as matas de terras firmes, elevadas, argilosas e argilo-silicosas e encontra-se em agrupamentos mais ou menos extensos constituindo os tradicionais castanhais, porém sempre associada a outras espécies florestais de grande porte, nunca entretanto, em formação homogênea (14,32)

Face ao desenvolvimento dessa espécie em maciços - característica que facilita a coleta dos frutos, DUCKE, citado por TUPIASSU (42), procura explicar esse aparecimento em maciços com a teoria de que a castanheira teria sido uma cultura pré-colombiana incorporada à floresta - fato já

observado com relação a outras culturas que, devido ao abandono, foram absorvidas pela selva.

O "habitat" da castanheira parece estender-se a toda Amazônia, porém só em determinadas regiões se apresenta em associações suficientemente densas de modo a despertar interesse comercial (29). Foi constatada a ocorrência da árvore na Venezuela, Colômbia, Equador, Bolívia, Guianas e Brasil (40).

### 2.3 - Cultura

A árvore tem um crescimento lento, começa a florescer e frutificar a partir de 8 anos, somente atingindo sua produção normal aos 12 anos, produzindo cerca de 15 a 62 kg de sementes por hectare e por safra (38,42).

A floração e o início da frutificação ocorrem de outubro a dezembro no estado do Pará e de novembro a janeiro no estado do Amazonas. Com o pleno amadurecimento ocorre 15 meses após uma dada floração, os frutos só começam a desprender-se das árvores no ano seguinte, na estação chuvosa (inverno chuvoso) ocorrendo a safra de janeiro a fevereiro e de abril a maio (11,42).

O Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte vem desenvolvendo estudos para solucionar as dificuldades de ordem agrônômica, a fim de permitir a racionalização da cultura.

Embora pertencente a uma única espécie, apresenta grande variabilidade genética, facilmente constatada pelo contraste dos índices individuais de produtividade, pela forma e tamanho dos frutos, pelo tamanho das sementes e outras características fenotípicas (33).

### 2.4 - Fruto

Um pixídio imperfeito, vulgarmente denominado

de "ourigo", esférico ou levemente depresso, com mesocarpo extremamente duro, constituído de células pétreas (esclereídos). O peso do fruto pode variar de 500-1.500 gr e medir de 10-15cm de diâmetro. Normalmente contém de 15-24 sementes, angulosas de tegumento córneo e rugoso, medindo de 4 a 7 cm de comprimento (14).

## 2.5 - Zonas Produtoras

De acordo com ANDRADE (5) as regiões mais produtoras são:

Estado do Pará - Marabá (maior produtor), Conceição do Araguaia, Itupiranga, Tucuruí, Baião, Almerim, Santarém, Altamira, Itaituba e Óbidos.

Estado do Amazonas - Itacoatiara, Maués, Manacapuru e Codajás.

Estado do Acre - Rio Branco, Sena Madureira e Xapuri.

## 2.6 - Produção

Os Estabelecimentos Agrícolas de extração medem de 3.600 a 18.000 hectares. Dentro dessa área, os castanheiros se repartem em agrupamentos de planta de densidade variável.

Todo o Estabelecimento é cortado por caminhos e pequenas vias, de largura suficiente para o transporte do produto e tropas de animais.

Antes do início da coleta, os Estabelecimentos sofrem uma série de serviços a fim de permitir um maior rendimento na produção do produto.

O rendimento da castanha é muito baixo, regulando de 0,25 a 0,41 hectolitros por hectare, em virtude da característica de afastamento de grupos de plantas.

As safras da castanha, como produto florestal,

são profundamente irregulares de ano para ano (19,39).

Às vezes, no final da safra, ocorre a "catação" dos frutos, destinada a complementar a produção. Esta tarefa é muito difícil já que os "ouriços" estão dispersos e são mais raros. A catação geralmente ocorre nos três últimos meses da safra e só é feita quando o produto tem boa cotação no mercado (11).

O quadro 01, apresenta a produção da castanha-do-brasil desde 1931 a 1973 (10).

QUADRO 01

Produção da castanha-do-brasil (1931/1973)

| ANOS | PRODUÇÃO<br>(ton.) | ANOS | PRODUÇÃO<br>(ton.) |
|------|--------------------|------|--------------------|
| 1931 | 36.979             | 1953 | 30.602             |
| 1932 | 34.158             | 1954 | 31.878             |
| 1933 | 39.400             | 1955 | 35.593             |
| 1934 | 38.434             | 1956 | 41.418             |
| 1935 | 51.098             | 1957 | 37.150             |
| 1936 | 37.116             | 1958 | 38.888             |
| 1937 | 23.134             | 1959 | 21.691             |
| 1938 | 34.501             | 1960 | 39.382             |
| 1939 | 35.709             | 1961 | 51.713             |
| 1940 | 40.526             | 1962 | 45.442             |
| 1941 | 22.708             | 1963 | 40.431             |
| 1942 | 21.211             | 1964 | 44.223             |
| 1943 | 5.172              | 1965 | 40.798             |
| 1944 | 3.555              | 1966 | 55.470             |
| 1945 | 7.128              | 1967 | 34.164             |
| 1946 | 23.989             | 1968 | 50.977             |
| 1947 | 28.082             | 1969 | 40.004             |
| 1948 | 19.566             | 1970 | 104.487            |
| 1949 | 31.452             | 1971 | 67.005             |
| 1950 | 22.636             | 1972 | -----              |
| 1951 | 33.635             | 1973 | 52.095             |
| 1952 | 17.601             |      |                    |

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil - IBGE até 1975

A oscilação que existe na quantidade anual produzida parece ser causada indiretamente pelas variações de preço que o produto sofre no mercado internacional, fazendo então com que o produtor retraia a extração da castanha na safra seguinte, uma vez que este produtor depende exclusivamente do comprador, não sendo possível ele próprio fazer a estocagem racional do produto (11).

O quadro 02 apresenta uma comparação do volume físico de produção e o valor em cruzeiros entre a castanha-do-brasil e a castanha de caju (10).

#### QUADRO 02

| Produção da castanha-do-brasil e castanha de caju - 1969/71 |                 |         |        |                       |        |        |
|-------------------------------------------------------------|-----------------|---------|--------|-----------------------|--------|--------|
| PRODUTOS                                                    | PRODUÇÃO (ton.) |         |        | VALOR (Cr\$-1.000,00) |        |        |
|                                                             | 1969            | 1970    | 1971   | 1969                  | 1970   | 1971   |
| cast-do-brasil                                              | 40.004          | 104.487 | 67.005 | 21.052                | 54.642 | 63.280 |
| cast de caju                                                | 23.443          | 20.309  | 28.602 | 8.384                 | 9.347  | 15.159 |

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil - IBGE - 1973

O quadro 03 apresenta a produção da castanha-do-brasil, referente ao período de 1969-1973, por região produtora (10).

#### QUADRO 03

| Produção da castanha-do-brasil por região produtora |                 |        |        |      |        |
|-----------------------------------------------------|-----------------|--------|--------|------|--------|
| Unidade da Federação                                | PRODUÇÃO (ton.) |        |        |      |        |
|                                                     | 1969            | 1970   | 1971   | 1972 | 1973   |
| Rondônia                                            | 2.412           | 3.230  | 3.357  | ---- | 2.050  |
| Acre                                                | 7.213           | 16.347 | 14.076 | ---- | 2.162  |
| Amazonas                                            | 7.994           | 56.659 | 30.222 | ---- | 8.193  |
| Roraima                                             | 432             | 89     | 114    | ---- | 249    |
| Pará                                                | 20.585          | 26.913 | 18.152 | ---- | 37.675 |
| Amapá                                               | 1.314           | 1.161  | 960    | ---- | 966    |
| Mato Grosso                                         | 54              | 84     | 124    | ---- | 800    |
| Goiás                                               | ----            | 4      | ----   | ---- | ----   |

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil - IBGE 1973/75

O quadro 04 apresenta o percentual das regiões na produção da castanha-do-brasil, correspondente ao triênio-1969/1971

QUADRO 04

Percentual das regiões na produção da castanha-do-brasil

| Unidade da Federação | composição percentual |
|----------------------|-----------------------|
| Rondônia             | 4,72                  |
| Acre                 | 18,22                 |
| Amazonas             | 39,77                 |
| Roraima              | 0,44                  |
| Pará                 | 34,76                 |
| Amapá                | 1,94                  |
| Mato Grosso          | 0,14                  |
| Goiás                | 0,01                  |

Fonte: Quadro 03.

2.7 - Importância Regional

De acordo com o quadro 05, verifica-se que a castanha, no período de 1969 a 1970 era o segundo produto de exportação da região norte do país.

QUADRO 05

Participação relativa das exportações de castanha-do-brasil nas exportações globais da região norte - 1969/1970.

| PRODUTOS                               | 1969                        |                                                     | 1970                        |                                                        |
|----------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------|
|                                        | Exporta-<br>ção- FOB<br>(1) | Part.no va<br>lor total<br>das expor-<br>tações-(%) | Exporta-<br>ção -FOB<br>(1) | Part. no va<br>lor total<br>das exporta<br>ções - (%). |
| Min. de manganês                       | 15.143                      | 22,63                                               | 29.218                      | 36,26                                                  |
| Castanha-do-bra-<br>sil                | 11.903                      | 17,79                                               | 12.650                      | 15,70                                                  |
| Pimenta em grão                        | 8.875                       | 13,26                                               | 7.700                       | 9,56                                                   |
| Madeiras diversas                      | 5.820                       | 8,70                                                | 6.775                       | 8,41                                                   |
| Peles e couros de<br>animais silvestre | 4.233                       | 6,33                                                | 4.717                       | 5,85                                                   |
| Cacau                                  | 1.082                       | 1,62                                                | 1.614                       | 2,00                                                   |
| Peles e couros                         | 1.937                       | 2,90                                                | 1.270                       | 1,58                                                   |
| Prods. manufaturado                    | 8.381                       | 12,52                                               | 7.507                       | 9,31                                                   |
| Demais produtos                        | 9.532                       | 14,25                                               | 9.129                       | 11,33                                                  |

Fonte: CACEX - Banco do Brasil S/A (11).

Com redução da atividade de extração da borra-  
cha por longos anos, a castanha desempenhava um papel prepon-  
derante nas exportações regionais. Ocupou a mão-de-obra libera-  
da pela borracha e, até nossos dias, corrige o desemprego fra-  
cionário por ocasião do término da ainda reduzida atividade  
da borracha.

Nas etapas de comercialização e manuseio da matéria-prima (beneficiamento), grande contingente de mão-de-obra é empregado em decorrência dos métodos manuais de processamento e transporte (11).

## 2.8 - Manuseio da matéria-prima

### 2.8.1 - Coleta

A coleta dos "ouriços" dá-se entre os meses de janeiro a maio, na estação chuvosa, quando caem ao solo. Dêles, as castanhas são retiradas, lavadas em água para eliminação das impurezas e armazenadas precariamente, à granel, até serem levadas à sede do município e daí para as cidades onde possuem usinas de beneficiamento.

A coleta pode ser dividida em duas partes. A primeira está relacionada com a cata dos ouriços, o extrator, "fisga" o fruto, coloca-o em um cesto que leva às costas. Quando o cesto está totalmente carregado, os mesmos são transportados por animais aos barracões, construídos de palha ou simples coberturas de lonas, denominados de "região de quebramento" do Estabelecimento Agrícola, destinada a operação de extração das sementes.

A segunda parte está relacionada com a quebra dos ouriços para se fazer a extração das castanhas. Os ouriços são partidos manualmente com auxílio de machadinhas, facões ou martelos. Uma vez extraídas, as castanhas são submetidas a uma lavagem para eliminação das impurezas e depois são devidamente classificadas e armazenadas precariamente, aguardando o transporte para os centros de beneficiamento e comercialização.

Os ouriços devem, via de regra, serem colhidos tão logo se precipitem ao solo, do contrário, sua longa permanência em contacto com o chão prejudica a qualidade do produto (1,4,5,29).

Quando a coleta é boa, o extrator chega a juntar de 700 a 800 ouriços/dia, que podem render até 100 kg de castanhas.

Os quadros 06 e 07 indicam os dados sobre os componentes do ouriço com os respectivos rendimentos obtidos de uma pequena amostra de frutos da região de Marabá (27).

QUADRO 06

Componentes dos ouriços com os respectivos rendimentos

| Amostra<br>Nº | Peso<br>gr | Nº de cas-<br>tanhas/ou-<br>riço | Castanhas |              |                | Refugo<br>(%) |
|---------------|------------|----------------------------------|-----------|--------------|----------------|---------------|
|               |            |                                  | (%)       | Casca<br>(%) | amêndoa<br>(%) |               |
| 1             | 316        | 14                               | 33,9      | 66,1         | 14,9           | 85,1          |
| 2             | 320        | 15                               | 32,8      | 67,2         | 13,8           | 86,2          |
| 3             | 217        | 8                                | 27,7      | 72,3         | 10,6           | 89,4          |
| 4             | 295        | 16                               | 39,3      | 60,7         | 16,6           | 83,4          |
| 5             | 310        | 10                               | 22,9      | 77,1         | 10,0           | 90,0          |
| 6             | 320        | 16                               | 34,7      | 65,3         | 13,1           | 86,9          |
| 7             | 312        | 17                               | 39,1      | 60,9         | 15,1           | 84,9          |
| 8             | 348        | 15                               | 35,9      | 64,1         | 15,2           | 84,8          |
| Médias        | 304        | 14                               | 33,3      | 66,7         | 13,7           | 86,3          |

QUADRO 07

Componentes das castanhas com os respectivos rendimentos

| Amostra<br>Nº | Castanhas  |          | Amêndoas |            |
|---------------|------------|----------|----------|------------|
|               | Peso Médio | Amêndoas | Casca    | Peso Médio |
|               | gr         | (%)      | (%)      | gr         |
| 1             | 7,6        | 43,9     | 56,1     | 3,4        |
| 2             | 7,0        | 41,9     | 58,1     | 3,1        |
| 3             | 7,5        | 38,3     | 61,7     | 2,9        |
| 4             | 7,3        | 42,2     | 57,8     | 3,3        |
| 5             | 7,1        | 43,7     | 56,3     | 3,4        |
| 6             | 6,9        | 37,8     | 62,2     | 2,6        |
| 7             | 7,2        | 38,5     | 61,5     | 3,1        |
| 8             | 8,3        | 42,4     | 57,6     | 3,5        |
| Médias        | 7,3        | 41,1     | 58,9     | 3,1        |

## 2.8.2 - Transporte

Os principais problemas na comercialização do produto são o armazenamento e o transporte.

Somente quando o extrator colhe uma boa parcela da castanha tem início o transporte da produção. Ela é enviada em paneiros para os barracões, por transporte animal ou humano(4,32).

Dos barracões, as castanhas são levadas aos portos primários de comercialização. Daí, até a sede do município, onde o transporte é feito por embarcações de pequeno porte, face a difícil navegabilidade dos rios(38,42)

Nesse estágio de transporte as maiores dificuldades de transposição surgem nos trechos encaixoeirados dos rios. Ele só é possível na estação chuvosa, quando o nível das águas dos rios o permite. A exposição do produto ao sol e às chuvas, a umidade absorvida favorecem a sua deterioração.

Dos portos de convergência secundários, a castanha é transportada para Belém ou Manaus, onde é preparada para a comercialização. Entretanto, com a construção das diversas vias de rodagem, tais como Transamazônica, Belém-Brasília e outras, cortando certas regiões produtoras de castanha, como Marabá-Pa, provavelmente as safras por ali serão rapidamente escoadas, contribuindo para a melhor conservação do produto. Mesmo assim, há necessidade de protegê-lo durante a viagem, já pelas frequentes chuvas, pela umidade relativa (UR) e temperatura média muito alta, facultando o desenvolvimento rápido de fungos.

## 2.8.3 - Beneficiamento

Logo após a coleta e a extração da castanha, tem início a fase intermediária de preparação do produto, levada a efeito ainda ao nível do Estabelecimento Agrícola de extração. Via de regra, as castanhas são lavadas para eliminar impurezas, classificadas e armazenadas precariamente, aguardando

o transporte para os centros de beneficiamento, no caso Belém e Manaus.

Na verdade, nem todos os castanheiros praticam a lavagem, o que resulta no mau aspecto que repercute negativamente nos preços.

Após a lavagem, as castanhas são classificadas novamente e enviadas às Usinas de Beneficiamento(05).

Entretanto BRUZZI (12) sugere que as castanhas nos centros de produção poderiam sofrer os seguintes tratamentos:

- a - inicialmente, deveriam ser colocadas em tanques de lavagem e seleção por flotação, separando-se as castanhas deterioradas, mais leves;
- b - em seguida, seriam transportadas para tanques de tratamento químico esterilizante (sanitizante, utilizando-se produto químico inofensivo à saúde (possivelmente cloro na forma de hipoclorito de sódio ou de cálcio), onde permaneceriam durante uma hora antes de nova seleção;
- c - posteriormente, as castanhas seriam transportadas através de uma esteira para as estufas, em camadas não superiores a 10 cm de altura, ou em recipientes com tela de aço inoxidável, em movimento constante ou em estufas rotativas. A desidratação deveria ser realizada, recebendo calor por meio de um circulador de ar quente, que oscilasse entre 30 a 32°C, a fim de não afetar a amêndoa que deverá permanecer com o teor de umidade natural (14 a 18 %);
- d - depois das operações acima é que as castanhas seriam transportadas para os silos a rejados, onde o produto poderia resistir mais de um ano, sem perdas significativas.

#### 2.8.4 - Classificação

Inicialmente, as castanhas eram classificadas segundo a procedência, município ou rio, sendo as mais conhecidas a "tocantins", a "trombetas", a "tapajós", a "xingu", etc (38).

De acordo com LE COINTE, citado por SOUZA (37) as castanhas devem ser classificadas pelas dimensões:

Castanhas grandes - comprimento de 55-70 mm ,  
contendo 30 castanhas/litro;

Castanhas médias - comprimento de 45-55 mm ,  
contendo 38 castanhas/litro;

Castanhas miúdas - comprimento de 30-45 mm ,  
contendo 64 castanhas/litro.

O Decreto Lei nº 51.209 de 18.08.61 (9), vigente até os nossos dias, resolveu o problema de classificação, dando ainda ao produto a atual denominação de CASTANHA-DO-BRASIL.

O referido Decreto determina duas classes: castanha com casca (natural) e castanha sem casca (amêndoa). A castanha com casca é aquela que se apresenta como foi colhida, podendo ou não ter sido submetida a uma secagem natural. A castanha com casca poderá, também apresentar-se desidratada, quando submetida a processos artificiais de desidratação, e quando o seu conteúdo de umidade estiver entre 11 a 13%; ou semi-desidratada, quando esse teor estiver entre 14 a 18.

As castanhas com casca são classificadas como castanhas desidratadas (polidas) e castanhas semidesidratadas (polidas ou não). Ambas possuem 3 tipos:

##### Castanhas desidratadas

Tipo 1 - contendo 30-45 castanhas/453 gr ou  
1 libra-peso;

Tipo 2 - contendo 46-55 castanhas/453 gr ou  
1 libra-peso;

Tipo 3 - contendo 56 ou mais castanhas/453gr  
ou 1 libra-peso.

Castanhas semidesidratadas

Tipo 1 - contendo 30-45 castanhas /453 gr ou  
1 libra-peso;

Tipo 2 - contendo 56-65 castanhas/453 gr ou  
1 libra-peso;

Tipo 3 - contendo 66 ou mais castanhas/453gr  
ou 1 libra-peso.

Na classificação acima, é permitida 10% de castanhas defeituosas ou danificadas e 2% de impurezas, consideradas como defeitos da própria castanha.

Em relação as castanhas sem casca, o Decreto distingue duas classes: castanhas sem casca (amêndoas) sem película e castanhas sem casca (amêndoas) com película:

Amêndoas sem película

Tipo 1 - contendo 200-220 amêndoas/453 gr ou  
1 libra-peso;

Tipo 2 - contendo 180-199 amêndoas/453 gr ou  
1 libra-peso;

Tipo 3 - contendo 160-179 amêndoas/453 gr ou  
1 libra-peso;

Tipo 4 - contendo 140-159 amêndoas/453 gr ou  
1 libra-peso;

Tipo 5 - contendo 120-139 amêndoas/453 gr ou  
1 libra-peso;

Tipo 6 - contendo 100-119 amêndoas/453 gr ou  
1 libra-peso;

Tipo 7 - contendo menos de 100 amêndoas/ 453  
gr ou 1 libra-peso;

Tipo 8 - contendo amêndoas com escoriações e  
bom estado físico;

Tipo 9 - constituído de pedaços de amêndoas.

Amêndoas com película

- Tipo 2A - contendo 180-199 amêndoas/453 gr  
ou 1 libra-peso;
- Tipo 3A - contendo 160-179 amêndoas/453 gr  
ou 1 libra-peso;
- Tipo 4A - contendo 140-159 amêndoas/453 gr  
ou 1 libra-peso;
- Tipo 5A - contendo 120-139 amêndoas/453 gr  
ou 1 libra-peso;
- Tipo 6A - contendo 100-119 amêndoas/453 gr  
ou 1 libra-peso;
- Tipo 7A - contendo amêndoas com escoriações,  
cor natural e bom estado físico;
- Tipo 8A - contendo amêndoas com escoriações,  
cor natural e bom estado físico;
- Tipo 9A - constituído de pedaços de amêndoas.

As castanhas que não se enquadram em nenhum dos itens acima são classificadas como "refugo".

De acordo com informações da CACEX do Banco do Brasil S/A - Agência Central de Belém-Pa, as castanhas são exportadas com as seguintes denominações:

QUADRO 08

Denominações das castanhas para exportação

| TIPO             | Nº de castanhas/453 gr. |              | Valor US\$-FOB/453 gr |       |        |
|------------------|-------------------------|--------------|-----------------------|-------|--------|
|                  | natural                 | dried/polida | natural               | dried | polida |
| 1 (extra-large)  | 30/35                   | 40/45        | 0,34                  | 0,42  | 0,44   |
| 1 (large)        | 35/40                   | 45/50        | 0,32                  | 0,40  | 0,42   |
| 1 (weak-large)   | 40/45                   | 50/55        | 0,30                  | 0,38  | 0,40   |
| 1 (extra-medium) | 45/50                   | 55/60        | 0,30                  | 0,38  | 0,40   |
| 2 (medium)       | 48/58                   | 58/68        | 0,28                  | 0,36  | 0,38   |
| 3 (small)        | + de 58                 | + de 68      | 0,28                  | 0,36  | 0,38   |

Fonte: CACEX do Banco do Brasil S/A - Belém-Pa.

O preço FOB é com base em 1974.

## QUADRO 09

## Denominações da amêndoa para exportação

| TIPO           | Nº de amêndoas/453 gr | Valor US\$-FOB/453 gr. |
|----------------|-----------------------|------------------------|
| 2A (Tiny)      | 180/220               | 0,84                   |
| 3A (Midget)    | 160/180               | 0,82                   |
| 4A (Small)     | 140/160               | 0,81                   |
| 5A/6A (Medium) | 110/130               | 0,80                   |
| 7A (Large)     | 90/110                | 0,78                   |
| 8A (Chipped)   | -----                 | 0,76                   |
| 9A (Broken)    | -----                 | 0,74                   |

Fonte: CACEX do Banco do Brasil S/A - Belém-Pa

O preço FOB é com base em 1974.

### 2.8.5 - Armazenamento

O armazenamento e a conservação da castanha-do-brasil e sua amêndoa constituem o problema mais importante na comercialização. A literatura sobre o assunto é escassa, AYERST (8) YOKOYA (43,44).

No Estabelecimento Agrícola, após a limpeza, as castanhas são, em geral, acondicionadas em sacos e assim armazenadas precariamente nos "paióis", aguardando o momento de serem conduzidas aos depósitos principais, geralmente localizados na sede do município ou outra cidade mais importante. Daí, são transportadas para os centros de beneficiamento, geralmente localizados em Belém ou Manaus, onde são estocadas nos armazéns ou galpões até a preparação do produto para a comercialização (27).

Não há cuidados especiais por parte dos Estabelecimentos Agrícolas ou dos Centros de Beneficiamento, quanto as condições de armazenamento. Altas percentagem de umidade relativa e temperaturas elevadas podem contribuir para o desenvolvimento de microorganismos nas castanhas.

YOKOYA et al (43) armazenaram castanhas, parcialmente desidratadas, apresentando as amêndoas teores de umidade inicial de 6,8% em ambientes de UR controlada, em temperaturas de 26 a 28°C. Concluíram que o número de fungos e de bactérias nas amêndoas não sofreu alterações quando as castanhas foram armazenadas em ambientes de UR inferior a 88,8%. Entretanto, foi notado o aparecimento de filamentos de fungos na superfície das castanhas após 2 meses de armazenamento em ambientes de UR superior ou igual 88,8%. Em ambientes de UR maior ou igual a 93,9%, houve aumento visível de bactérias após 2 meses de armazenamento, e de fungos após 4 meses.

As castanhas podem ser armazenadas durante 6 meses, no máximo, em ambientes de UR de 80%. Em ambientes de UR de 70%, as castanhas não sofreram alterações mesmo após 8 meses de armazenamento, já em ambientes de 94% ou mais, as castanhas não podem ser armazenadas, mesmo por um período de 2 meses.

Em relação à produção de aflatoxina, os Autores citados não encontraram condições ideais para o desenvolvimento de fungos Aspergillus sp na castanha. Entretanto, nas amêndoas, verificaram que nas condições ótimas de desenvolvimento dos fungos, houve produção de teores elevados de aflatoxina. Explicam os Autores esse fato numa provável falta, na castanha, de elemento essencial para a produção de aflatoxina.

Os mesmos Autores (44) armazenaram amêndoas com teores de umidade inicial de 3,3% em ambientes de UR controlada, à temperaturas de 26 a 28°C. Concluíram que o produto pode ser armazenado durante um período tão longo como 6 meses, em ambientes com UR de 70%, porém se deteriora à 80% ou mais; as amêndoas apresentaram-se com crescimento microbiano na superfície, após duas semanas de armazenamento e a aflatoxina foi evidenciada após 3 meses. Recomendam os Autores não armazenar em ambientes de teores de UR superior a 95%, mesmo por períodos curtos (3 semanas).

Em relação aos outros tipos de amêndoas, DESROSIER (17) sugere que sejam armazenadas em ambientes de UR de 65 a 70% e temperaturas de 0 a 2,2°C.

## 2.8.6 - Descascamento, Secagem, Despeliculagem e Escaldamento

O processo de descascamento, com algumas variações, consiste em colocar as castanhas em maceração durante 8 a 10 horas, após o que são submergidas em água em ebulição durante 1 a 2 min. Este procedimento faz com que as amêndoas fiquem mais elásticas e a casca mais maleável. Em seguida, as castanhas são descascadas manualmente com auxílio de um pequeno aparelho de ferro que as comprime pelas extremidades, quebrando a casca e deixando a amêndoa livre. As amêndoas com teor de umidade inicial de 12 a 16% são desidratadas em estufa, à temperaturas de 50 a 55°C, durante 3 a 4 dias, até reduzi-la a 2%. Temperaturas superiores fazem com que as amêndoas exsudem óleo, cuja oxidação pode acarretar odor e gosto desagradáveis. Durante a retirada da casca, grande parte das amêndoas sofre ferimentos ou mesmo se fragmenta inferiorizando o produto. A castanha que melhor se presta para o descascamento é a de tipo miúdo, pois o rendimento em amêndoas inteiras é bem superior em relação aos demais tipos (1,4,27).

RUSSEL (36) cita método de secar castanha de caju por meio de radiação infra-vermelha, em períodos de apenas alguns minutos ou segundos, quando comparados com horas, nos sistemas tradicionais.

Algumas Usinas de Beneficiamento utilizam procedimentos mais modernos, colocando as castanhas em autoclaves, durante 1 a 2 min., à pressões de 300-400 libras/pol. quadrada, antes do descascamento (27).

O processo mecânico de descascamento ainda não foi adotado no Brasil. Na Inglaterra, as Usinas utilizam formulações químicas (desconhecidas) que provocam o congelamento extremo do produto. Após prévio aquecimento, a casca fica vitrificada. Por agitação, são quebradas devido ao choque entre as castanhas e nas paredes do recipientes (27).

Normalmente, as amêndoas são comercializadas parcialmente despeliculadas. Elas perdem a película durante o descascamento, devido principalmente à forte adesão à casca.

A despeliculagem da amêndoa da castanha-do-bra-

sil não tem merecido maiores estudos, tal como aconteceu com a castanha de caju.

Neste caso, segundo HAENDLER e DUVERNEUIL (22), torna-se necessário secar parcialmente as amêndoas em estufa à 80°C, por algumas horas. Estufas contínuas não são aconselhadas já que as amêndoas seriam movimentadas durante a secagem, em um estágio em que são muito frágeis. Recomendam os Autores a extração do ar úmido e retirada da película por meio de jatos de ar comprimido.

NETO (28), estudando o processamento de castanha de caju, observa que com a secagem, as amêndoas tendem a se contrair e a película torna-se quebradiça aderindo fracamente à amêndoa. A operação requer muita mão-de-obra. Nos casos em que a retirada da película é mais difícil, lança-se mão de um estilete de metal; as amêndoas correm o risco de serem riscadas o que desvaloriza o produto no mercado nacional e internacional.

Segundo o mesmo Autor, a mecanização do processo, com rendimento de 100% de amêndoas despêculadas não foi conseguida. O problema não é somente o da remoção de pedaços de películas que se mantêm aderentes à amêndoa, mas também na redução da percentagem de quebra das amêndoas durante a operação. Qualquer que seja o sistema aplicado, exige o uso de mão-de-obra para o "acabamento" ou seja, a retirada do resto de película ainda aderida às amêndoas.

AEPLI e SORGENGREI (2) patentearam um método para despêcular castanha de caju, com o uso de soluções ácidas das surfactantes. Os ácidos que podem ser usados no processo podem ser orgânicos ou inorgânicos, fracos ou fortes. Entre os ácidos orgânicos úteis estão por exemplo, ácido acético, ácido tricloroacético, ácido glucônico, ácido hidroxiaacético e misturas. Dentre os ácidos inorgânicos temos ácido fosfórico, ácido sulfúrico, ácido hidrocloreídrico, ácido nítrico e misturas.

Sobre o escaldamento da castanha-do-brasil há processo patenteado nos Estados Unidos por LOWE et al (25), que opera por imersão em água quente à temperatura de 90 a 100 °C e ar seco à temperaturas de 90 a 120°C. Após o tratamento ob-

servou-se diminuição da flora microbiana, melhora da aparência, do aroma e gosto.

## 2.8.7 - Acondicionamento

A castanha-do-brasil beneficiada é acondicionada nas seguintes formas, segundo os tipos principais (11):

### Castanha com casca

- a - a granel;
- b - em sacos de anilagem de 25 a 50 kg.

### Amêndoas

- a - latas de 15 kg, acondicionadas em caixa de papelão, duas a duas;
- b - sacos de plásticos acondicionados em caixa de papelão.

Em geral, não se substitui o oxigênio atmosférico dos recipientes por gases inertes, nas embalagens herméticas citadas. São embalagens pouco adequadas ao produto, principalmente ao caso das amêndoas.

NETO (28) cita que as castanhas de caju para exportação são acondicionadas em latas de folhas de flandres, com capacidade individual de 12,5 kg. Nessas embalagens, o produto é submetido ao processo VITA PACK que consiste na substituição do ar interno por um gás inerte, no caso  $\text{CO}_2$ . O acondicionamento compacto das amêndoas evita o choque durante a manipulação e o transporte, impedindo que as amêndoas se danifiquem.

DUVERNIER e HAENDLER (18) observam que em certos países a adição de antioxidantes, tais como HBA e HBT, é permitida para castanhas de caju. Os mesmos Autores citam experiências de conservação em sacos plásticos, demonstrando que as amêndoas brancas podem ser conservadas por mais de cinco anos e que as amêndoas fritas, não sofrem por mais de dois anos grandes alterações de gosto.

STUCKEY (40), em seu trabalho sobre o uso de an tioxidantes na estabilização de alimentos, observa que o HBT e o HBA aumentam a vida comercial da castanha-do-brasil.

#### 2.8.8 - Tostagem de amêndoas

A tostagem das amêndoas, antes do acondicionamento, confere melhor aparência ao produto, como também lhe dá maior aceitabilidade.

O processo de tostagem mais aplicado é o da fritura, que consiste na imersão das amêndoas em óleos ou gorduras comestíveis, os tempos de imersão e temperaturas, variáveis.

Atualmente utiliza-se a radiação infra-vermelha, principalmente para amendoins, castanha de caju e amêndoas (7, 18,21).

No caso das amêndoas da castanha-do-brasil não há citação de procedimento para tostar o produto, sendo o mesmo comercializado sempre "in-nature".

#### 2.8.9 - Comercialização

Belém e Manaus, são os centros principais de comercialização da castanha-do-brasil. A totalidade da produção converge para essas cidades, onde o produto é beneficiado antes de ser colocado no mercado interno e externo.

ANDRADE (5) distingue duas fases na comercialização do produto: a primeira diz respeito à negociação que faz o extrator com o empresário-produtor ou comprador; na segunda, participa o exportador, que, depois de beneficiar o produto (ou simplesmente selecioná-lo) coloca-o no mercado interno ou externo.

O mesmo Autor cita que a castanha-do-brasil é comercializada segundo três tipos:

- a - granel, sofrendo somente processo seletivo;
- b - com casca, passando por um processo de desidratação;
- c - amêndoas com ou sem película, parcialmente desidratadas.

A unidade métrica adotada para as transações entre o extrator e o empresário-produtor é o hectolitro que varia de 50 a 60 kg, conforme o grau de umidade do produto.

O mercado interno consome apenas cerca de 20% do total da produção, restrito por seu caráter de alimento de luxo (4,5,11).

Campanhas promocionais poderiam incrementar o consumo da castanha-do-brasil, tornando-as constituinte rotineira na alimentação nacional, principalmente como fonte de energia. Por outro lado, deslocaria parcelas de aquisição de produtos natalinos, como nozes, avelãs e outros tipos de amêndoas, influenciando na redução das importações (11).

O quadro 10 apresenta o volume físico e o valor em cruzeiros e dólares da importação de produtos concorrentes da castanha-do-brasil (10).

#### QUADRO 10

Importação de nozes, amêndoas, pinhões doce e semelhantes, frescos ou secos, mesmo sem casca e sem película -

| ANO  | QUANTIDADE<br>(ton.) | VALOR           |                 |
|------|----------------------|-----------------|-----------------|
|      |                      | (Cr\$-1.000,00) | (US\$-1.000,00) |
| 1971 | 6.859                | 18.736          | 3.423           |
| 1972 | 10.248               | 36.391          | 6.017           |
| 1973 | 9.185                | 41.724          | 6.774           |
| 1974 | 6.286                | 37.007          | 5.201           |

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil - IBGE - 1975

A expansão continuada do consumo interno acabaria por neutralizar a vulnerabilidade desse setor no mercado

externo.

A produção da castanha, na realidade, depende exclusivamente da solicitação do comprador externo e é determinada pelo mercado internacional. Não sendo um produto básico da alimentação dos países que a importam, o seu consumo é irregular, sujeito a oscilações e, portanto irregular se torna a sua produção, que depende da procura externa. Quando esta existe e o preço é compensador, a castanha é extraída na quantidade requerida; se não há procura ou o preço não desperta interesse, os castanhaais permanecem desertos e as castanhas apodrecem no chão das matas (4).

No período de 1960 a 1974, as exportações de castanha-do-brasil representaram 1, % do valor das exportações agrícolas. Apesar do aparecimento de exportações dinâmicas e de amplas perspectivas de exportações para os produtos brasileiros, a de castanha logrou manter sua posição no quadro geral das exportações agrícolas, no período citado (11).

#### QUADRO 11

##### Exportações Brasileiras, Agrícolas e de Castanha-do-brasil

##### DISCRIMINAÇÃO - Em US\$-1.000.000

| ANO  | Brasileiras | Agrícolas | Castanha-do-brasil |
|------|-------------|-----------|--------------------|
| 1960 | 1.268       | 1.134     | 14                 |
| 1961 | 1.402       | 1.233     | 16                 |
| 1962 | 1.214       | 1.073     | 10                 |
| 1963 | 1.406       | 1.263     | 9                  |
| 1964 | 1.429       | 1.261     | 10                 |
| 1965 | 1.595       | 1.349     | 12                 |
| 1966 | 1.741       | 1.511     | 15                 |
| 1967 | 1.654       | 1.383     | 10                 |
| 1968 | 1.881       | 1.614     | 15                 |
| 1969 | 2.311       | 185       | 12                 |
| 1970 | 2.739       | 195       | 14                 |
| 1971 | 2.904       | 963       | 14                 |
| 1972 | 3.991       | 1.215     | 20                 |
| 1973 | 6.199       | 1.864     | 23                 |
| 1974 | 7.951       | 1.775     | 20                 |

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil - IBGE - até 1975.

### QUADRO 12

Participação das exportações Agrícolas no total das exportações brasileiras - 1960 a 1974.

| ANO  | PERCENTAGEM | ANO  | PERCENTAGEM |
|------|-------------|------|-------------|
| 1960 | 89,4        | 1968 | 85,8        |
| 1961 | 87,9        | 1969 | 8,4         |
| 1962 | 88,4        | 1970 | 7,1         |
| 1963 | 89,8        | 1971 | 33,1        |
| 1964 | 88,2        | 1972 | 30,4        |
| 1965 | 84,6        | 1973 | 30,0        |
| 1966 | 86,8        | 1974 | 22,3        |
| 1967 | 83,7        |      |             |

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil - IBGE - até 1975.

### QUADRO 13

Participação das exportações de castanha-do-brasil no total das exportações Agrícolas e no total das exportações brasileiras.

DISCRIMINAÇÃO - Em percentagem

| ANO  | AGRÍCOLAS | BRASILEIRAS |
|------|-----------|-------------|
| 1960 | 1,3       | 1,1         |
| 1961 | 1,3       | 1,1         |
| 1962 | 0,9       | 0,8         |
| 1963 | 0,7       | 0,6         |
| 1964 | 0,8       | 0,7         |
| 1965 | 0,9       | 0,7         |
| 1966 | 1,0       | 0,9         |
| 1967 | 0,7       | 0,6         |
| 1968 | 0,9       | 0,8         |
| 1969 | 6,4       | 0,5         |
| 1970 | 7,6       | 0,5         |
| 1971 | 1,4       | 0,4         |
| 1972 | 1,6       | 0,5         |
| 1973 | 1,2       | 0,3         |
| 1974 | 1,1       | 0,2         |

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil - IBGE - até 1975.

Atualmente, mais da metade das nossas exportações são feitas de castanha com casca, e no entanto o maior valor auferido é na exportação de amêndoas, o que permite dizer que deveria ser exportada somente a castanha industrializada.

A exportação da castanha a granel não é vantajosa, porque possui baixa cotação e porque requer condições especiais de temperatura e umidade, nem sempre mantidas, durante o transporte, o que onera o produto (5).

Verifica-se que quase a totalidade da castanha comercializada no mercado externo provém do Brasil. A partir de 1959, ocorreu a "nacionalização" da castanha boliviana. A Bolívia, segundo produtor, passou a comercializar o produto através dos exportadores brasileiros (11).

É curioso verificar que há outros países exportadores, provavelmente aqueles que importam grandes quantidades do Brasil e reexportam para comércios ainda não atingidos pelos empresários de nosso país.

A castanha de caju apesar de ser no país a única concorrente da castanha-do-brasil, possuindo inclusive maior desenvolvimento agrônômico e tecnológico, ainda não conseguiu ultrapassá-la em relação ao volume de produção exportado e divisas carregadas para a balança comercial (quadro 14).

QUADRO 14

| Volume físico exportado e valor das exportações |                      |                     |                      |                     |
|-------------------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| CASTANHA-DO-BRASIL                              |                      |                     | CASTANHA DE CAJU     |                     |
| ANO                                             | QUANTIDADE<br>(ton.) | VALOR<br>US\$-1.000 | QUANTIDADE<br>(ton.) | VALOR<br>US\$-1.000 |
| 1971                                            | 24.538               | 14.037              | 4.286                | 5.087               |
| 1972                                            | 37.577               | 20.229              | 7.170                | 8.853               |
| 1973                                            | 33.848               | 22.763              | 5.998                | 9.855               |
| 1974                                            | 20.664               | 20.222              | 7.622                | 15.023              |

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil - IBGE - 1975.

O quadro 15 apresenta as exportações de castanha-do-brasil com casca e amêndoas desde 1960 a 1974 (10).

## QUADRO 15

## Exportações de castanha-do-brasil com casca e amêndoa

| ANO  | Castanha com casca      |                     | Amêndoas                |                     |
|------|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
|      | Volume físico<br>(ton.) | Valor<br>US\$-1.000 | Volume físico<br>(ton.) | Valor<br>US\$-1.000 |
| 1960 | 21.852                  | 8.891               | 4.543                   | 5.395               |
| 1961 | 30.044                  | 9.778               | 6.208                   | 5.843               |
| 1962 | 18.697                  | 6.242               | 4.332                   | 3.668               |
| 1963 | 20.040                  | 5.118               | 5.153                   | 3.764               |
| 1964 | 19.308                  | 5.809               | 4.876                   | 4.612               |
| 1965 | 14.740                  | 5.683               | 5.171                   | 5.914               |
| 1966 | 22.154                  | 7.177               | 8.169                   | 7.907               |
| 1967 | 15.924                  | 6.225               | 4.055                   | 3.905               |
| 1968 | 27.567                  | 7.829               | 8.604                   | 7.141               |
| 1969 | 18.695                  | 6.810               | 5.419                   | 5.266               |
| 1970 | 25.122                  | 7.332               | 7.144                   | 6.307               |
| 1971 | 18.264                  | 7.164               | 6.274                   | 6.873               |
| 1972 | 26.703                  | 9.303               | 10.874                  | 10.926              |
| 1973 | 24.108                  | 10.758              | 9.740                   | 12.005              |
| 1974 | 13.359                  | 8.635               | 7.305                   | 11.587              |

Fonte: Brasil - Comércio Exterior - CACEX - 1974.

Os tradicionais mercados externos da castanha são constituídos pelos seguintes países: Estados Unidos, Reino Unido, Alemanha Ocidental, Canadá, Argentina, Países-Baixos, França e Bélgica para amêndoas e Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Alemanha Ocidental, Austrália, Países-Baixos, Bélgica-Luxemburgo e Argentina para castanha com casca.

Os novos mercados são formados pela Austrália, Itália, Áustria, México, Nova Zelândia, Espanha, Trinidad-Tobago, Uruguai, África do Sul, Alemanha Oriental, Chile, Tchecoslováquia, Bulgária, Hungria, Venezuela, Israel e Irlanda para castanha com casca e África do Sul, Irlanda, Nova Zelândia, Japão, Portugal, Colômbia, Uruguai, Chile, Espanha, México, URSS, Alemanha Oriental, França, Itália, Etiópia, Venezuela, Grécia e Israel para as amêndoas (11).

Os preços da castanha-do-brasil com casca e a mendoas estão copilados no quadro 16.

P<sup>de</sup>se verificar que a castanha no mercado ataca dista dos Estados Unidos apresenta tendência para queda. Enquan to que nas amendoas os preços oscilam.

Se o mercado se mostra propenso a absorver o produto, a principal diretriz da valorização da castanha-do-brasil consistiria na promoção comercial, acompanhada por um amplo programa de incentivo à produção e melhor apresentação do produto.

#### QUADRO 16

Preço por atacado - US\$-Cents/lb (1956-1973)

| ANO  | CASTANHA | AMENDO A |
|------|----------|----------|
| 1956 | 140.5    | 62.0     |
| 1957 | 139.1    | 52.4     |
| 1958 | 24.2     | 50.4     |
| 1959 | 40.5     | 62.3     |
| 1960 | 40.5     | 77.5     |
| 1961 | 41.0     | 55.9     |
| 1962 | 38.0     | 50.9     |
| 1963 | 37.9     | 46.5     |
| 1964 | 36.2     | 59.8     |
| 1965 | 31.5     | 69.3     |
| 1966 | 31.5     | 59.6     |
| 1967 | 31.5     | 55.3     |
| 1968 | 31.5     | 52.6     |
| 1969 | 31.5     | 47.5     |
| 1970 | 31.9     | 48.3     |
| 1971 | 38.4     | 62.5     |
| 1972 | 47.0     | ----     |
| 1973 | 47.1     | ----     |

FONTE: F.A.O. - Production Yearbook, 1971 e 1974

## 2.9 - Composição química e valor nutritivo da castanha-do-brasil

A composição química visando o valor nutritivo da castanha-do-brasil foi objeto de estudos por vários pesquisadores.

PECHNIK et al (32) verificaram que a amêndoa tem a seguinte composição média:

QUADRO 17

| <u>Composição média da amêndoa da castanha-do-brasil</u> |                    |
|----------------------------------------------------------|--------------------|
| <u>Composição</u>                                        | <u>Porcentagem</u> |
| Umidade                                                  | 3,0                |
| Carboidratos totais                                      | 3,2                |
| Proteínas (Nx6,25)                                       | 16,4               |
| Lipídeos                                                 | 69,3               |
| Sais                                                     | 3,5                |
| Fibra bruta                                              | 4,6                |

Os mesmos Autores citam que a principal proteína da castanha é uma globulina, a qual, OSBORNE (31) denominou de "excelsina".

O óleo à temperatura ambiente é líquido de cor amarelo-claro, com sabor e aroma característico da castanha, sendo agrupado na categoria de semi-secativo. Observaram também que a castanha possui uma boa fonte de vitaminas hidro e lipo solúveis, sendo a concentração em tiamina superior à do amendoim, da castanha de caju e quase igual a da soja e de sais minerais (cálcio e fósforo) superiores aos encontrados nesses similares. Nos ensaios biológicos, a castanha "in-natura" apresentou um desenvolvimento do crescimento de ratos Whistar, praticamente igual ao encontrado para animais submetidos à dietas padrões de caseína.

TATEO (41) estudando a composição dos ácidos graxos do óleo da castanha, constatou que os componentes maiores

são os ácidos linoleico (45,2%) e oleico (31,4%). O teor de ácido linoleico reconhecido universalmente como ácido graxo essencial, ressalta a qualidade do óleo como fonte importante para a dieta alimentar.

A proteína da castanha também foi estudada por ROTEMBERG e IACHAN (35). Esses Autores verificaram que a farinha desengordurada apresentava um teor proteico de 52,03% e as proteínas solúveis (albuminas e globulinas) nos extratos salinos corresponderam a 21,37% da castanha.

Pela análise espectrofotométrica observaram que a globulina é a proteína que se apresenta em maior quantidade na farinha (37,6% do total). A farinha da castanha não apresentou atividade proteolítica nem anti-trípica.

COSTA (16) comparou o valor biológico da proteína da castanha com a proteína do leite em pó desnatado, onde submeteu grupos de ratos da mesma ninhada a dietas de mesmo valor proteico (8,3% de proteína). Observou assim, que o crescimento por grama de alimento ingerido, após um período experimental de 90 dias para o grupo de leite foi de 0,183 gr e para o grupo de castanha, de 0,172 gr, apenas 6% maior para os animais submetidos à dieta de leite.

WOODROF (45) estudando a composição química e valor nutritivo de 13 variedades de amêndoas, entre elas a castanha-do-brasil, obteve resultados semelhantes aos encontrados por PECHNIK, tendo um valor calórico de 3.150 calorias/libra, ficando em quinto lugar em relação às outras congêneres.

Na procura de matérias-primas ricas em proteínas susceptíveis de completar a alimentação desequilibrada das populações do Norte e Nordeste brasileiro, BUJARD e MAURON(13) estudaram o conteúdo de amino-ácidos da castanha-do-brasil e compararam a sua composição com o tipo de proteína ideal sugerida pela F.A.O. (quadro 18).

QUADRO 18

Proteína da castanha-do-brasil comparada com a proteína ideal da F.A.O.

|                           | Castanha-do-brasil | Combinação | Déficit | Excesso |
|---------------------------|--------------------|------------|---------|---------|
| Amino-ácido               | (%)                | PAO (%)    | (%)     | (%)     |
| Isoleucina                | 2,8                | 4,2        | 33      | --      |
| Leucina                   | 6,9                | 4,8        | --      | 44      |
| Lisina                    | 2,6                | 4,2        | 38      | --      |
| Fenilalanina              | 3,9                | 2,8        | --      | 39      |
| Total dos ácidos aminados |                    |            |         |         |
| sulfurados                | 7,8                | 4,2        | --      | 86      |
| Metionina                 | 5,7                | 2,2        | --      | 159     |
| Treonina                  | 2,6                | 2,8        | 7       | --      |
| Triptofano                | 1,9                | 1,4        | --      | 36      |
| Valina                    | 4,3                | 4,2        | --      | 2       |

Os Autores observaram um certo desequilíbrio aparente entre os amino-ácidos essenciais desta proteína. Para a lisina e a isoleucina, o déficit é considerável. Os amino-ácidos sulfurados, principalmente a metionina, evidenciam-se em excesso, enquanto que o triptofano, que na maior parte das proteínas vegetais se encontra entre 1 a 1,2% e as animais, entre 1,2 a 1,6%, neste caso, se mostra em níveis mais elevados.

### 3 - MATERIAL e MÉTODOS

#### 3.1 - Acondicionamento hermético das amêndoas

##### 3.1.1 - Matéria-prima

A matéria-prima que serviu de base para a execução do presente trabalho constou de castanha-do-brasil, safra de 1975, adquiridas em Belém e embaladas em sacos de anagem com capacidade de 50 kg cada.

Sendo esta matéria-prima adquirida já na fase de comercialização, ela passou por uma série de etapas, iniciada no Estabelecimento Agrícola de Produção e concluída na Usina de Beneficiamento.

As castanhas sofreram normalmente as seguintes operações rotineiras:

##### No Estabelecimento Agrícola

- a - coleta dos "ourigos";
- b - quebra dos "ourigos" para retirada das castanhas;
- c - lavagem das castanhas para eliminação das impurezas;
- d - seleção por tamanho;
- e - transporte para os centros de comercialização.

##### Na Usina de Beneficiamento

- a - lavagem para eliminação das impurezas que normalmente acompanham a matéria-prima para Usina, bem como retirada das castanhas atrofiadas ou podres;
- b - classificação pelo número de castanhas contidas em 453 gr (1 libra-peso);
- c - secagem da matéria-prima para reduzir o

- teor de umidade da castanha para 10 a 11%;
- d - embalagem em sacos de anilagem com capacidade de 50 kg cada;
  - e - comercialização.

### 3.1.2 - Métodos

#### 3.1.2.1 - Caracterização da matéria-prima

Classificação comercial - determinada após a retirada de uma amostra de 10 kg, que foi subdividida em 5 lotes de 2 kg e entre esses lotes escolheu-se um para se fazer a contagem de castanhas contidas em 453 gr.

Peso específico aparente - determinado em um aparelho construído pela Indústria ALEM MAR S/A (São Paulo), que consta de um receptáculo com capacidade de 1.000 ml. O resultado foi dado pela relação entre o peso da amostra e o volume do receptáculo.

Peso específico real - colocou-se quantidades conhecidas da amostra numa proveta. O resultado foi obtido pela relação entre o peso das castanhas e o volume real dado pelo aumento do nível de água com o material completamente submerso.

Peso médio - determinado em uma balança semi-analítica com erro de  $\pm 0,01$  gr. O resultado é dado pela relação entre o peso de uma amostra conhecida e o número de castanhas contidas nessa amostra.

Umidade - determinada pelo método nº 27.003 de A.O.A.C. 11ª edição - 1970 (6).

### 3.1.2.2 - Preparação da matéria-prima

Descascamento - o processo consistiu em deixar as castanhas em maceração durante períodos de 8, 10 e 12 horas. Depois em um balde de arame, foram submersas em água em ebulição durante 1, 2 e 3 min para cada período de maceração. Ainda quentes, as castanhas foram descascadas manualmente com auxílio de um quebrador de nozes que as comprimia pelas extremidades, quebrando a casca e deixando as amêndoas livres.

Para as castanhas que apresentavam maior resistência na retirada da casca, foi usado um estilete de metal para auxiliar o descascamento.

Secagem - após o descascamento as amêndoas foram colocadas num secador tipo tunel, de bandeja fixa, com temperatura entre 50 a 55°C. Após um período de 3 a 4 dias de secagem, as amêndoas apresentavam um teor de umidade em torno de 2%.

Umidade - idem ao item 3.1.2.1.

### 3.1.2.3 - Acondicionamento

O acondicionamento hermético das amêndoas foi feito em latas nº 2 1/2 (401x411), sem verniz interno, nas seguintes condições:

- a - vácuo: foram recravadas 4 latas com 15 polegadas de Hg;
- b - vácuo-ácido cítrico + ácido ascórbico: foram recravadas 4 latas, revestidas internamente com papel de filtro embebido em uma solução aquosa de ácido cítrico 0,01% + ácido ascórbico 0,03%, com 15 polegadas de Hg;

- c - vácuo + meta-bissulfito de sódio: foram re-  
cravadas 4 latas, revestidas internamente  
com papel de filtro embebido em uma solução  
aquosa de meta-bissulfito de sódio 0,01% ,  
com 15 polegadas de Hg;
- d - gás carbônico: foram regravadas 4 latas e  
com um dispositivo apropriado, injetou-se  
gás carbônico, substituindo o ar interno;
- e - controle: foram regravadas 4 latas à pres-  
são ambiente e nenhum aditivo antioxidante.

#### 3.1.2.4 - Armazenamento

As amêndoas acondicionadas da maneira acima fo-  
ram armazenadas em ambiente fresco e seco por um período de 7  
meses, à temperatura ambiente (Campinas-Sp).

#### 3.1.2.5 - Análises

Umidade - idem ao item 3.1.2.1.

Índice de Peróxido - determinado pelo método nº  
28023 de A.O.A.C. 11ª edição - 1970 (6).

Imediatamente após a abertura de cada lata, re-  
tirada amostra, procedeu-se à extração do óleo da amêndoa, a  
frio, com éter de petróleo (faixa de destilação: 30 a 60°C).

### 3.2 - Despelliculagem e Tostagem das amêndoas

#### 3.2.1 - Matéria-prima

A matéria-prima utilizada nesses experimentos  
foi de amêndoas com películas, tipo exportação, acondicionadas

em latas de folha de flandres, classificadas comercialmente como miúdas, médias e graúdas. De acordo com o Decreto Lei nº 51.209, são classificadas como amêndoas 3A, 5A/6A e 7A, adquiridas em Belém. Para o processamento de tostagem foi usado amêndoas do tipo miúda.

Essa matéria-prima antes de ser comercializada, passou por uma série de etapas que foi iniciada no Estabelecimento Agrícola de produção e terminada na Usina de Beneficiamento, conforme já exposto no item 3.1.1.

#### Na Usina de Beneficiamento

- a - lavagem da matéria-prima para eliminação das impurezas (argila, castanhas podres ou atrofiadas, etc);
- b - descascamento;
- c - secagem das amêndoas para reduzir o teor de umidade para aproximadamente 2%;
- d - classificação pelo nº de amêndoas contidas em 453 gr ( 1 libra-peso);
- e - embalagem em latas de folha de flandres com capacidade de 15 kg cada;
- f - comercialização.

### 3.2.2 - Métodos

#### 3.2.2.1 - Caracterização física e química das amêndoas

Peso específico aparente, real, peso médio e umidade - determinados de acordo com os procedimentos já citados em 3.1.2.1.

Teor de óleo - determinado pelo método nº 27.004 de A.O.A.C. 11ª edição - 1970 (6).

Proteínas - determinada pelo método 12-5 de

Composição de amino-ácidos - determinada em um analisador automático BECKMAN, modelo 120 C.

### 3.2.3 - Despeliculagem

#### 3.2.3.1 - Despeliculagem em meio ácido

As amêndoas colocadas em contacto com solução de ácido fosfórico 5% e glicerina, na proporção de 1:2, eram agitadas durante 30 min à temperatura ambiente e à 50°C. Lavadas com jatos de água para remover a solução ácida, cujo controle era feito com papel indicador Universal. Foram colocadas no secador à 50-55°C, para reduzir a umidade para 2%.

#### 3.2.3.2 - Despeliculagem em meio alcalino

Usou-se o mesmo processo anterior, utilizando-se uma solução de carbonato de sódio 5% e glicerina, na proporção de 1:2.

### 4.2.4 - Tostagem

Foram usados 3 processos: fritura ou contato direto, ar quente e radiação infra-vermelha.

#### 3.2.4.1 - Fritura ou contato direto

A fritura foi processada em banho de óleo, para maior precisão e uniformidade de temperaturas (fig.01).

Foram usados os seguintes óleos e gorduras para

a fritura: óleo de amendoim, gordura de coco babaçu, gordura vegetal hidrogenada e banha de porco.

Os tratamentos realizados nas amêndoas estão resumidos no quadro 19, e o resfriamento foi feito até à temperatura ambiente.

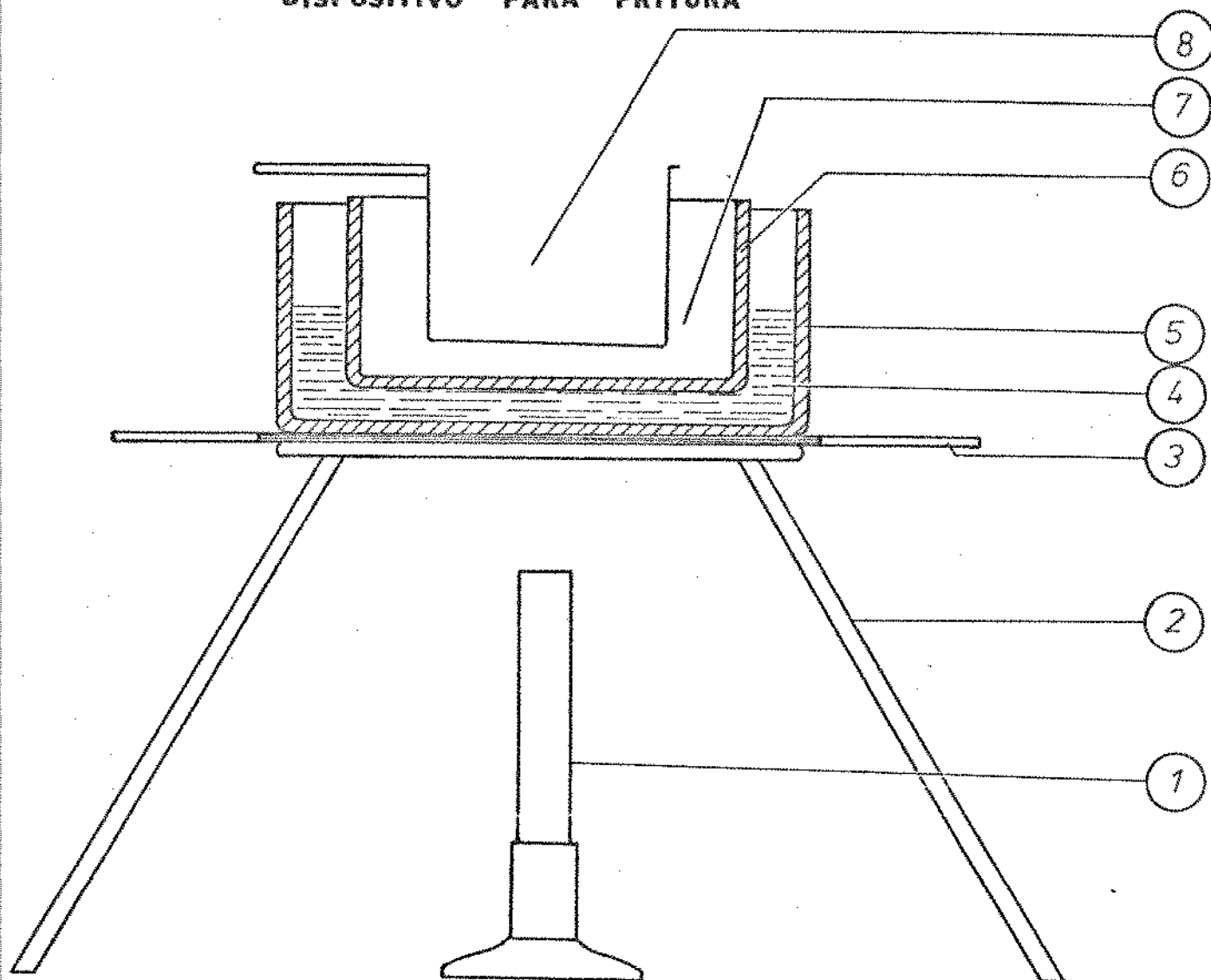
QUADRO 19

Tratamentos de fritura realizados nas amêndoas

| Tipo de óleo ou gordura     | Temperaturas(°C) | Tempos(min.) |
|-----------------------------|------------------|--------------|
| Óleo de amendoim            | 170              | 1 e 2        |
|                             | 180              | 1 e 2        |
|                             | 190              | 1 e 2        |
| Gordura de coco babaçu      | 160              | 1, 2 e 3     |
|                             | 170              | 1 e 2        |
|                             | 180              | 1 e 2        |
|                             | 190              | 0,5, 1 e 2   |
|                             | 200              | 0,5 e 1      |
| Gordura vegetal hidrogenada | 160              | 1, 2 e 3     |
|                             | 170              | 1, 2 e 3     |
|                             | 180              | 1 e 2        |
|                             | 190              | 0,5 e 1      |
|                             | 200              | 0,5 e 1      |
| Banha de porco              | 160              | 1, 2 e 3     |
|                             | 170              | 1, 2 e 3     |
|                             | 180              | 1 e 2        |
|                             | 190              | 0,5 e 1      |
|                             | 200              | 0,5 e 1      |

Fig. 01

DISPOSITIVO PARA FRITURA



- 1 bico de bunsen
- 2 tripé
- 3 tela de amianto
- 4 banho de óleo
- 5 recipiente do banho de óleo
- 6 " " óleo de fritura
- 7 óleo de fritura
- 8 cesto de arame — receptor das amêndoas

### 3.2.4.2 - Ar quente

Para a tostagem das amêndoas, utilizou-se o secador rotativo "BENCO" (Bench Scale Rotary Dryer), que permite controle da velocidade de rotação da carcaça do secador, da velocidade de entrada de ar no secador, da inclinação do secador e da velocidade de alimentação do secador.

As condições de trabalho foram as seguintes:

- a - velocidade de rotação da carcaça = 10 rotações por minuto (rpm);
- b - fluxo de ar injetado na carcaça = 2,66 pés cúbicos por minuto (pcm);
- c - inclinação do secador = 3,89°;
- d - alimentação = manual.

Decorrido o tempo de tostagem, aumentou-se a velocidade de rotação da carcaça até 100 rpm a fim de acelerar a retirada das amêndoas; segue-se resfriamento até a temperatura ambiente.

#### QUADRO 20

Tratamentos de tostagem nas amêndoas com aplicação de calor por meio de ar quente

| Temperaturas<br>( °C ) | Tempos<br>(min.) |
|------------------------|------------------|
| 190                    | 5                |
| 190                    | 6                |
| 190                    | 7                |
| 240                    | 1                |
| 240                    | 2                |
| 240                    | 3                |

### 3.2.4.3 - Radiação infra-vermelha

Construiu-se um forno de madeira de comprimento 0,70 m., largura 0,40 m e altura 0,40 m sendo as paredes internas revestidas com folha de amianto de espessura 1,70 mm. Na parte superior, foram colocadas 3 lâmpadas SICCATHERM (infra-vermelho para secagem) de 220 V e 250 W (OSRAM DO BRASIL - Cia de Lâmpadas Elétricas), (fig.02).

Uma bandeja com fundo de tela de arame poderia ser colocada em 3 posições diferentes:

- posição 1 - 05 cm distante das lâmpadas;
- posição 2 - 15 cm distante das lâmpadas;
- posição 3 - 25 cm distante das lâmpadas.

As condições de trabalho foram as seguintes:

- a - bandeja = posição 2;
- b - tempos de tostagem das amêndoas com aplicação de radiação infra-vermelha = 4, 6, 8, 10, 12 e 14 min.

### 3.2.4.4 - Análises

#### 3.2.4.4.1 - Análise Sensorial

Foram utilizadas amêndoas que sofreram tostagem, tomando-se como padrão amêndoas "in-natura", para efeitos de comparação de cor, odor, textura e gosto.

A equipe foi constituída de 10 indivíduos de ambos os sexos, cuja idade variou de 18 a 30 anos.

Os testes foram realizados nos períodos de 10 às 12 e de 14 às 16 horas, durante a semana.

As análises de textura e gosto foram realizadas

dentro de cabines apropriadas, com luz vermelha, onde o provador recebia a parte central da amêndoa em pires de fundo preto, enquanto que as análises de cor e odor foram realizadas fora da cabine, pois poderia induzir o provador a erros, prejudicando os resultados. Para os testes de cor, foram fornecidas amêndoas inteiras em pires de fundo branco, e para o teste de odor as amêndoas foram picadas, no menor tamanho possível e, fornecidas em xícaras de fundo preto, adequadamente preparadas para testes deste tipo.

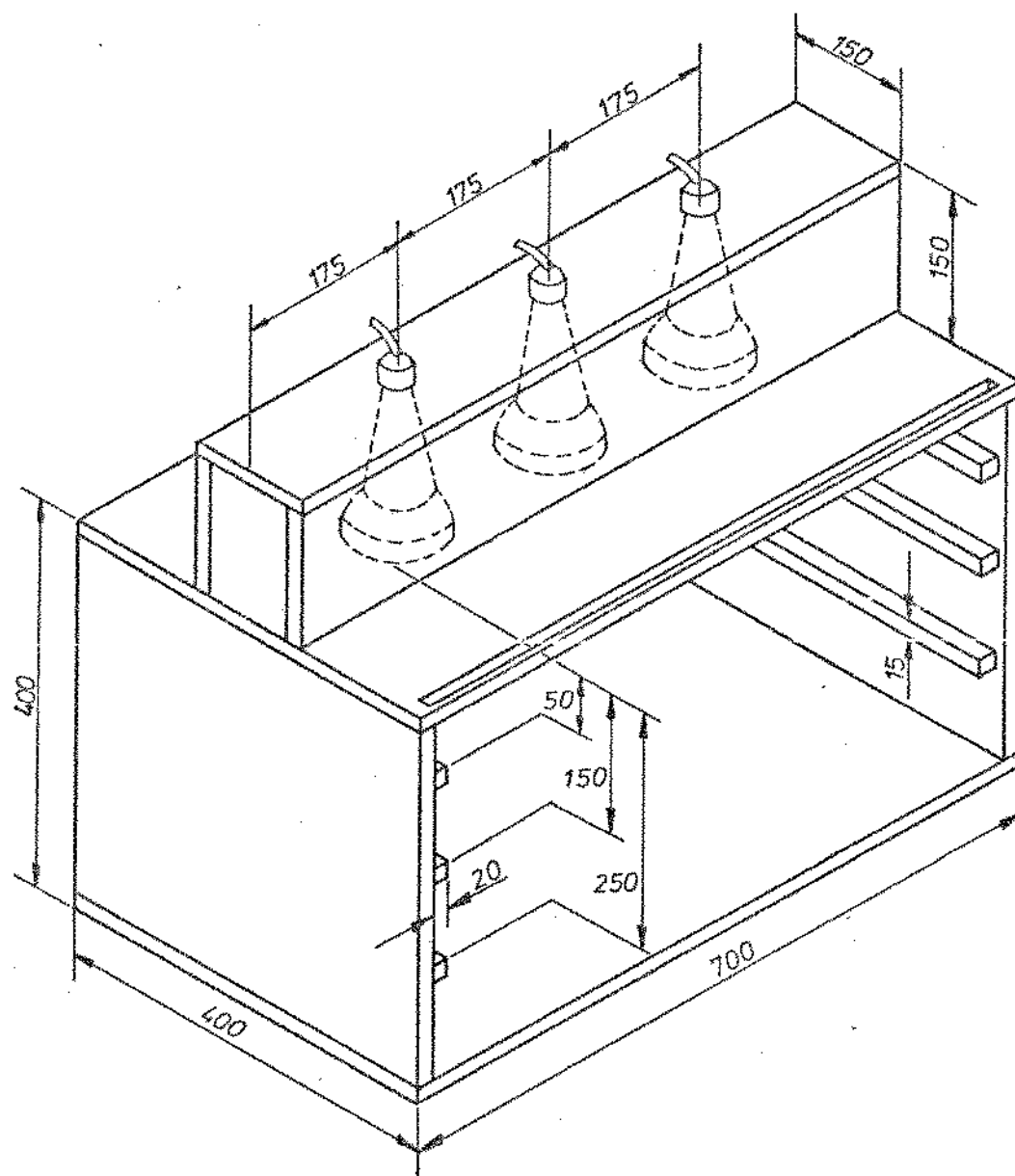
Para os experimentos de tostagem com gordura vegetal hidrogenada, banha de porco e gordura de coco babaçu, o delineamento estatístico usado foi em Blocos Incompletos, tipo IV, enquanto que para os experimentos com óleo de amendoim, ar quente e radiação infra-vermelha, foi do tipo V (15).

Os melhores tratamentos evidenciados em cada um dos processos realizados, foram agrupados em um novo experimento (quadro 30) para ser escolhido o mais significativo, com delineamento estatístico em Blocos ao Acaso, com 6 tratamentos e 6 repetições (15).

Método estatístico - segundo os delineamentos usados, Blocos Incompletos tipo IV e V, cada um dos 10 provadores atribuiu notas de -5 a +5, que foram somadas e tirada a média para cada tratamento dentro do bloco. Com esses dados foi feita a Análise de Variância e pelo teste F de significância, verificou-se se havia ou não diferenças entre as médias dos tratamentos. Após essa etapa, para os casos em que o teste F foi significativo, aplicou-se o teste de DUNNET (24). No caso de Blocos ao Acaso, os provadores ordenaram os tratamentos em ordem crescente de preferência em relação a cor, odor, textura e gosto, atribuindo valores de +1 a +6. Esses valores foram transformados em escores pela tabela XX de FISCHER (20). Com esses elementos foi calculada a média para cada tratamento em cada um dos blocos e, a partir desses resultados foi feita Análise de Variância e o teste F de significância. Para os casos em que o teste F foi significativo, realizou-se um teste de médias comparando os tratamentos dois a dois, usando-se o teste

Fig.02

FÔRNO - RADIAÇÃO INFRA - VERMELHO



de TUKEY (24), definindo o melhor tratamento.

#### 3.2.4.4.2 - Análise química

Foram feitas análises, na fração lipídica extraída das amêndoas que sofreram tratamento de tostagem e tiveram melhores níveis de aceitação por parte dos provadores e, também, na amêndoa "in-natura" para comparação dos resultados.

Teor de óleo - idem ao item 3.2.2.1.

Índice de - idem ao item 3.1.2.5.

Índice de Iodo - determinado pelo método nº 28.021 de A.O.A.C. 11ª edição - 1970 (6)

Ácidos Graxos Livres - determinado pelo método nº 28.030 de A.O.A.C. 11ª edição - 1970 (6).

## 4 - RESULTADOS

### 4.1 - Caracterização das matérias-primas

QUADRO 21

Características das matérias-primas

| PRODUTOS  | Classificação | Pesos Específicos |         | Peso  | Umidade |
|-----------|---------------|-------------------|---------|-------|---------|
|           | comercial     | Aparente          | real    | médio | (%)     |
|           | (1)           | (gr/ml)           | (gr/ml) | gr    |         |
|           | Tipo 3A       | 0,66              | 1,03    | 2,71  | 2,08    |
| Amêndoas  | Tipo 5A/6A    | 0,64              | 1,05    | 3,09  | 3,03    |
|           | Tipo 7A       | 0,63              | 1,09    | 4,16  | 2,18    |
| Castanhas | Tipo 3        | 0,53              | 0,97    | 7,84  | 11,64   |

(1) - Amêndoas contidas em 453 gr (1 libra-peso).

QUADRO 22

Determinações químicas das amêndoas "in-natura"

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| Proteína (Nx5,46)        | 13,85 %     |
| Teor de óleo             | 65,45 %     |
| Índice de Peróxido       | 3,20 mEq/Kg |
| Índice de Iodo           | 100,48      |
| Ácidos graxos livres (1) | 0,10        |

(1) - expresso em % de ácido oleico.

QUADRO 23

Composição em amino-ácidos da proteína da castanha "in-natura".

| AMINO-ÁCIDO             | gr amino-ácidos/100 gr de proteína. | gr amino-ácidos/100 gr de amostra. |
|-------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| sina                    | 2,71                                | 1,00                               |
| Histidina               | 2,13                                | 0,79                               |
| Amônia                  | 2,24                                | 0,83                               |
| Arginina                | 14,35                               | 5,32                               |
| Ácido Aspartico         | 9,98                                | 3,70                               |
| Treonina                | 2,62                                | 0,97                               |
| Serina                  | 5,02                                | 1,86                               |
| Ácido Glutâmico         | 34,86                               | 12,92                              |
| Prolina                 | 4,86                                | 1,80                               |
| Glicina                 | 5,48                                | 2,03                               |
| Alanina                 | 4,03                                | 1,49                               |
| Cisteína (meia cistina) | 2,27                                | 0,84                               |
| Valina                  | 4,48                                | 1,66                               |
| Metionina               | 7,61                                | 2,82                               |
| Isoleucina              | 3,22                                | 1,19                               |
| Leucina                 | 8,86                                | 3,28                               |
| Tirosina                | 2,72                                | 1,01                               |
| Fenilalanina            | 4,01                                | 1,48                               |
| Triptofano              | não det.                            | não det.                           |

4.2 - Acondicionamento hermético

QUADRO 24

Descascamento da castanha

| Períodos de maceração em água à temperatura ambiente. (horas) | Água absorvida na maceração. (%) | RENDIMENTO EM AMÊNDOAS-(%) |       |       |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|-------|-------|
|                                                               |                                  | 1 min                      | 2 min | 3 min |
| 8                                                             | 14,00                            | 41,20                      | 44,35 | 44,30 |
| 10                                                            | 14,70                            | 44,45                      | 45,10 | 45,20 |
| 12                                                            | 15,60                            | 46,00                      | 47,30 | 47,46 |

(1) - períodos de imersão em água em ebulição.

# QUADRO 25

Análise das amêndoas antes e depois do acondicionamento herméti-  
co.

| Tipo de acondicio-<br>namento          | Unidades das amêndoas |     | Índice de Peróxido |           |        |
|----------------------------------------|-----------------------|-----|--------------------|-----------|--------|
|                                        | Antes                 | (%) | Depois             | Antes (1) | Depois |
| Vácuo                                  | 2,35                  |     | 2,16               | 0,01      | 1,95   |
| Vácuo-ácido cítrico<br>+ ác. ascórbico | 2,35                  |     | 6,37               | 0,01      | 2,13   |
| Vácuo + meta-bissul-<br>fito de sódio  | 2,35                  |     | 6,53               | 0,01      | 2,54   |
| Gás carbônico                          | 2,35                  |     | 2,39               | 0,01      | 0,39   |
| Controle                               | 2,35                  |     | 2,30               | 0,01      | 4,47   |
| Ambalagem comercial<br>(1)             | ----                  |     | 2,08               | ----      | 3,20   |

(1) - Latas de folha de flandres, capacidade de 20 kg, acondi-  
cionadas ao ambiente.

## 4.3 - Despeliculagem

# QUADRO 26

Rendimento qualitativo

| Meio     | Temperatura de<br>despeliculagem | OBSERVAÇÃO                                      |
|----------|----------------------------------|-------------------------------------------------|
| Alcalino | ambiente                         | Despeliculagem parcial com auxi-<br>lio manual. |
| Alcalino | 50°C                             | Despeliculagem total sem auxílio<br>manual      |
| Ácido    | ambiente                         | Despeliculagem parcial com auxi-<br>lio manual  |
| Alcalino | 50°C                             | Despeliculagem parcial com auxi-<br>lio manual  |

#### 4.4 - Tostagem

QUADRO 27.

Resultado da Análise Sensorial que definiu os melhores tratamentos de cada tipo de tostagem.

| Tipo de Tostagem            | Temperatura<br>de Tostagem<br>(°C) | Tempo de<br>Tostagem<br>(min.) |
|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Óleo de amendoim            | 170                                | 1                              |
| Gordura de coco babaçu      | 160                                | 1                              |
| Banha de porco              | 160                                | 1                              |
| Gordura vegetal hidrogenada | 160                                | 1                              |
| Radiação infra-vermelha     | 120                                | 6                              |
| Ar quente                   | 190                                | 6                              |

QUADRO 28

Preferência dos tratamentos, ordem decrescente de aceitação, em relação a cor, odor, textura e gosto.

| Cor               | Odor                      | Textura                   | Gosto                     |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Ar quente         | Ar quente                 | Ar quente                 | Ar quente                 |
| I. vermelho       | Gord. vegetal hidrogenada | Gord. coco babaçu         | Óleo de amendoim          |
| Gord. vegetal     | Óleo de amendoim          | Gord. vegetal hidrogenada | Gord. coco babaçu         |
| Óleo de amendoim  | Gord. coco babaçu         | Banha de porco            | Gord. vegetal hidrogenada |
| Gord. coco babaçu | Banha de porco            | Óleo de amendoim          | Banha de porco            |
| Banha de porco    | I. vermelho               | I. vermelho               | I. vermelho               |

QUADRO 29

Análise química das amêndoas tostadas - melhores tratamentos baseado no estudo da Análise Sensorial.

| Tipo de tostagem          | Teor de Óleo (%) | Índice de Peróxido (mEq/kg) | Índice de Iodo | A.G.L. (1) |
|---------------------------|------------------|-----------------------------|----------------|------------|
| Ar quente                 | 64,98            | 12,25                       | 88,86          | 0,24       |
| Gord. vegetal hidrogenada | 65,80            | 10,35                       | 90,35          | 0,28       |
| Óleo de amendoim          | 68,20            | 7,86                        | 95,14          | 0,20       |
| Gord. coco babaçu         | 66,39            | 7,45                        | 93,16          | 0,56       |
| Banha de porco            | 67,66            | 9,87                        | 92,05          | 0,45       |
| Infra-vermelho            | 65,26            | 3,46                        | 96,46          | 0,26       |

(1) - Ácidos Graxos Livres expresso em % de ácido oleico.

## 5 - DISCUSSÃO

No estudo da composição química da castanha-do-brasil, chama-se atenção para uma divergência de resultados, quanto aos teores de proteína, quando comparadas com os dados da literatura; no caso, usou-se o fator de conversão 5,46, recomendado por HART e FISHER, para castanha-do-brasil.

A elevada concentração em metionina na proteína da castanha-do-brasil constituiria fator muito importante na dieta alimentar das populações vulneráveis do norte, como complemento a regimes especiais. É um dado que merece ser considerado, mormente no equilíbrio amino-ácido das dietas infantis artificiais, geralmente deficientes de amino-ácidos sulfurados.

No que se refere ao descascamento, nota-se uma relação entre os teores de água de embebição (ou tempos de maceração) e o rendimento em amêndoas inteiras. Tudo indica que teores elevados de umidade imprimem mais elasticidade à amêndoa, facilitando o descascamento e evitando a quebra indesejável.

Nota-se também alguma relação entre os teores de umidade e índices de peróxidos nas amêndoas, em função do tempo e condições herméticas. A concentração da umidade das amêndoas, acondicionadas com antioxidantes e vácuo, apresentou-se elevada. Este aumento, certamente foi devido à água da solução que impregnava o papel de filtro, que revestia internamente as latas, admitindo-se no caso, a sua passagem para as amêndoas. Um dos inconvenientes desse aumento de umidade foi a perda da qualidade crocante.

Os valores do índice de peróxido se apresentaram ligeiramente superiores aos das amêndoas antes do acondicionamento. Os maiores valores se evidenciaram nas amêndoas acondicionadas com antioxidantes + vácuo, provavelmente devido a uma aceleração da atividade enzimática em meio mais rico de água, ou mesmo, a uma exagerada taxa metabólica. No caso das amêndoas acondicionadas à pressão reduzida, o aumento pode ter sido causado por uma auto-oxidação, ou seja, uma oxidação espontânea da fração lipídica, por efeito do  $O_2$  do ar remanescente.

te na lata. As amêndoas acondicionadas com  $\text{CO}_2$  apresentam índice de peróxido desprezível. O controle, ou sejam, amêndoas sem tratamento, apresentou valores elevados, evidenciando processo de rancificação incipiente.

Quanto à despeliculagem, pode-se dizer que a glicerina participante das soluções responsáveis pelo processo, talvez, tenha papel de emoliente, atuando nas substâncias de aderência da película na amêndoa e ajudando a sua remoção. O tratamento mais eficaz se desenvolve em meio alcalino, à temperatura de  $50^\circ\text{C}$ . Observou-se o despreendimento de uma camada, certamente outra película da mesma cor da amêndoa, não citada na literatura especializada. Maiores estudos histológicos deverão ser efetuados para esclarecer o fato.

A análise sensorial definiu os melhores tratamentos de cada tipo de tostagem. Este estudo foi feito, tomando-se como padrão a amêndoa "in-natura", sendo aceitas como melhores aquelas em que tiveram cor, odor, gosto e textura mais próximas do padrão. Os resultados serviram de base para elaboração de um estudo sensorial, cujo objetivo era escolher o melhor tratamento, face à preferência dos provadores em relação a cor, odor, textura e gosto.

A análise química dos produtos submetidos a diferentes tostagens revela pequena variação no teor de óleo das amêndoas tostadas em relação ao padrão, obviamente resultante de menor concentração de água. Quanto ao índice de iodo, observa-se uma pequena diminuição no óleo das amêndoas em relação ao padrão, talvez devido ao rompimento ou saturação das duplas ligações das cadeias dos ácidos graxos do óleo da castanha-do-brasil. Os valores dos índices de peróxido divergem na maioria dos tratamentos, a não ser para o caso onde foi usado radiação infra-vermelha, que apresentou um valor de 3,46 mEq de peróxido/kg de gordura, bastante próximo da amêndoa que não sofreu tostagem. Isso pode ser justificado, pois foi o processo menos severo e concorda, em parte, com os trabalhos de GINZBURG que também usou radiação infra-vermelha para tostar amêndoas e amendoim. Nos demais casos, o aumento verificado deve ter sido provocado pelas altas temperaturas usadas, acelerando a oxi

dação da parte lipídica da castanha. Os valores de ácidos graxos livres apresentaram variações relativamente pequenas.

## 6 - CONCLUSÃO

- Em face ao elevado teor de proteína rica em amino-ácidos sulfurados, a castanha poderia complementar dietas especiais, de assistência alimentar e nutricional.
- O melhor processo observado para o acondicionamento hermético das amêndoas seria o meio inerte, com o  $O_2$  atmosférico substituído por  $CO_2$ , ou  $N_2$ .
- A despêliculagem se faz melhor em meio alcalino, à temperatura de 50°C.
- Nos processos de tostagem, as temperaturas mais baixas e os tempos mais curtos contribuem para melhores produtos, conforme aceitação dos provadores do grupo panelista.
- Evidenciou-se que as amêndoas tostadas a ar quente tiveram maior preferência quanto a cor, odor, textura e gosto; através da radiação infra-vermelha, obteve-se produtos qualificados inferior aos demais tratamentos.
- As amêndoas tostadas com ar quente apresentaram maior índice de peróxido, em relação às tostadas com radiação infra-vermelha.
- O valor do índice de iodo foi maior para as amêndoas tostadas com radiação infra-vermelha e menor para as tratadas com ar quente.
- O valor dos ácidos graxos livres foi maior para as amêndoas tratadas mediante fritura com gordura de coco babaçu e menor para as tostadas a ar quente.
- Deve ser observado ambiente inerte ao produto tostado, face ao seu alto conteúdo de óleo, a fim de evitar rancificação, a curto prazo, do produto final.

## 7 - BIBLIOGRAFIA

- 01 - ACEVEDO Y PINILLA, J.M. - "La castaña del Pará elemento econômico de La Amazônia". Bosques (sd) (581-585) p. - Colômbia (Ministério da Agricultura).
- 02 - AEPLI, O.T. ; SORGENFRI, M.E. - "Method for Feeling Cashew Nuts". - Patente nº 3.796.817 United States Patent Office - 1974.
- 03 - ALBUQUERQUE, F.C. - "Malha parda das folhas da Castanheira do Pará causada por uma nova espécie de fungos". - Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Norte, 38 (3-12) p. 1960 - Belém-Pa
- 04 - ALMEIDA, C.P. - "Castanha-do-pará, sua exportação e importância na economia amazônica". Serviços de Informação Agrícola (SIA), 19 - Ministério da Agricultura, 1960 - Rio de Janeiro.
- 05 - ANDRADE, F.C. - "Castanha-do-Pará - Relatório e Estudos". Ministério do Interior -Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), 1968 - Belém-Pa.
- 06 - A.O.A.C. - "Official methods of analysis". 11 th ed.1970 Assocn of Offic Analy. Chemists - Washington.
- 07 - ARNOLD, F.W. Jr. - "Infrared oven for roasting". Patente nº 3.528.362 United States Patent Office - 1970.
- 08 - AYERST, G. - "Journ. Food Sci. Agri. 7:390 - 1960. Citado em (44).
- 09 - BRASIL, Decreto Lei nº 51.209 de 18.08.61.
- 10 - \_\_\_\_\_, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística . Anuários Estatísticos do Brasil - 1960 a 1975.

- 11 - BRASIL, Ministério da Agricultura - Comissão de Financiamento da Produção - Departamento de Pesquisas Econômicas - "Castanha-do-Brasil - Projeto CPD/DPE 3 - 1972, Brasília-DF.
- 12 - BRUZZI, G.L. - "Industrialização da castanha-do-pará"-Contribuição à 12 Conferência Nacional da Castanha-do-pará - 1967, Belém-Pa
- 13 - BUJARD, E. ; MAURON, J. - "La teneur en acides aminés de la noix du pará (Bertholletia excelsa H.B.K.) - Laboratoire de recherches des produits Nestlé, (73-80)p. 1962.
- 14 - CAVALCANTE, P.B. - "Frutas comestíveis da Amazônia I". Conselho Nacional de Pesquisas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Museu Emilio Goeldi - Publicações Avulsas nº 17 - Belém-Pa.
- 15 - COCHRAN, W.G. ; COX, G.M. - "Experimental designs" 29 th ed. John Wiley & Sons, Inc - London - Sydney - N. York.
- 16 - COSTA, D. - "Valor do crescimento da proteína da castanha-do-pará - 2º ensaio" - Estudos e pesquisas alimentícias, 4ª edição - SAPS, 1959, Rio de Janeiro.
- 17 - DESROSIER, N.W. - "The Technology of Food Preservation" . The AVI Pub. Co. 1973.
- 18 - DUVERNEUIL, G. ; HAENDLER, L. - "Organisation des Usines de Décorticage mécanique de noix de cajou". Fruits, vol 28 , 10 (711-736)p. 1973.
- 19 - FILHO, C.F. - "Contribuição à 12 Conferência Nacional da Castanha-do-pará" - 1967, Belém-Pa.
- 20 - FISCHER, R. A. ; YATES, F. - "Tabelas Estatísticas para pesquisas em biologia, medicina e agricultura" . Ed. da

- 21 - GINZBURG, A. S. - "Application of Infra-red radiation in Food Processing". - Chemical and Process Engineering Series - Leonard Hill-London, 1960.
- 22 - HAENDLER, L. ; DUVERNEUIL, G. - "Importance des noix de cajou dans les programmes de développement". 1961, Salvador-Ba.
- 23 - HART, F.L. ; FISHER, H.J. - "Modern Food Analysis". Springer-Verlag N.Y. Heidelberg - Cap. 12 - Berlin, 1971.
- 24 - LI, C.C. - "Introduction to Experimental statistics". McGraw Hill Book Co.
- 25 - LOWE, G. L. ; BRUCKER, C. ; PARK, O. - "Processing of Brazil Nuts". Patente nº 3.630.747 United States Patent Office, 1971.
- 26 - MENEZES, T. J. B. - "A castanha-do-pará na indústria de alimentos". - Boletim do Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos, 9 - 1967, Campinas-Sp.
- 27 - NERY, J.P. - "Castanha-do-pará". - Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, 20 (13-25)p - Campinas-Sp.
- 28 - NETO, A.L. - "Industrialização da castanha de caju". Governo do Ceará - SEDUC - Departamento de Recursos Naturais Divisão de Experimentação Agropecuária - Pub. 6, 1972 - Fortaleza-Ce.
- 29 - NEVES, C.A. - "A Castanheira do Pará". - Revista da Agricultura, Vol XIII, 10-11, 1938
- 30 - OLIVEIRA, A.B. - "Considerações sobre a exploração da castanha no Baixo e Médio Tocantins". Revista Brasileira de

- 31 - OSBORNE - Am. J. Physiol. 19,53, 1907, citado em (34).
- 32 - PECHNIK, E. ; BORGES, P. ; SIQUEIRA, R. - " Estudos sobre a castanha-do-pará". Instituto de Nutrição da Universidade do Brasil - Trabalhos e Pesquisas, III, 1950.
- 33 - PINHEIRO, E. - "Propagação vegetativa da castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) - Coservações preliminares". Contribuição do Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN) à 1ª Conferência Nacional da castanha-do-pará-1967, Belém-Pa.
- 34 - PRODUCTION YEARBOOK - F.A.O. (1971 a 1974).
- 35 - ROTEMBERG, B. ; IACHAN, A. - "Estudo da proteína da castanha-do-pará". Informações do Instituto Nacional de Tecnologia, VIII (7): 22-24, 1975.
- 36 - RUSSEL, D.C - "Cashew Nut Processing" - Agr. Serv. Bulletin nº 6: 17-20 - Food and Agric. Inds. Service - Roma , 1969.
- 37 - SCHREIBER, W.R. - "The Amazon Basin Brazil Nut Industry". Foreign Agric. Report nº 4, UNITED Washington DC, 1942
- 38 - SOUZA, A. H. - "Castanha-do-pará, estudo botânico, químico e tecnologico". - Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola(SIA) - Estudos Brasileiros, 23, 1963 - Rio de Janeiro.
- 39 - SOUZA, P. F. - "Castanha". - Tecnologia de Produtos Florestais - Imprensa Nacional, 1947 - Rio de Janeiro-RJ.
- 40 - STUCKEY, B.N. - "Antioxidants as Food stabilizers". Handbook of Food Additives, cap. 4 - Pub. by C.R.C. Press.

- 41 - TATEO, F. - "Acid composition of the fatty material extracted from the seeds of *Bertholletia excelsa* H.B.K." . Ind. Alimentari, 10,70:68-70, 1971.
- 42 - TUPIASSU, A. ; OLIVEIRA, N.C.V. - "A castanha-do-pará - estudos preliminares" . Instituto de Desenvolvimento Social do Pará (IDESP) - 1971, Belém-Pa.
- 43 - YOKOYA, F. ; ANTUNES, A.J. ; JORDÃO, E. A. - " Deterioração da castanha-do-pará - I Armazenamento de amêndoas" . Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, 3:213-232, 1970 Campinas-Sp.
- 44 - \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ - "Deterioração da castanha-do-pará - II Armazenamento de castanhas". Revista Brasileira de Tecnologia, 2:117-120, 1971.
- 45 - WOODROOF, J.G. - "Tree Nuts - Production, Processing, Products" - Vol I - AVI Pub. 1967.

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece sinceramente ao Dr. Ottilio Guernelli, pelos ensinamentos e pelo apoio inteligente durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Dr. André Tosello, Diretor da Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, pelas facilidades oferecidas durante o curso e execução deste trabalho.

Ao Dr. Jorge Leme Jr. pelo incentivo no decorrer do curso de Mestrado.

A Prof. Ruth dos Santos Garruti pela orientação na Análise Sensorial e a Odeny Cesar Bandeira, pela ajuda na execução das provas sensoriais.

Ao Franz Setina Filho e a Maria Lúcia Soares da Silva, pela computação dos dados.

Aos colegas e a todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.