

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AGRÍCOLA

AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA E NUTRICIONAL DA PROTEÍNA  
DA FARINHA DESENGORDURADA DE AMÊNDOA DE BABAÇU

TESE DE MESTRADO  
Júlia Geracila de Mello

ORIENTADOR  
Prof. ALOÍSIO JOSÉ ANTUNES

Tese apresentada à Faculdade de  
Engenharia de Alimentos e Agrí  
cola da Universidade Estadual de  
Campinas para obtenção do Títu  
lo de Mestre em Ciência de Ali  
mentos.

CAMPINAS  
1983

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

Ao Mellinho, Ci, Pt, Cita e Luiz.

## AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Aloísio José Antunes, pela orientação.
- À Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, pela oportunidade de realizar esta pesquisa.
- À Universidade Federal do Piauí, pela liberação para conclusão deste trabalho.
- À empresa Siqueira Gurgel S.A. Comércio e Indústria, pelo fornecimento da matéria prima e utilização do laboratório de controle.
- À CAPES, pelo apoio financeiro.
- Aos Profs. Ângelo Pires do Prado e Jaime Amaya-Farfan, pelo auxílio para execução da pesquisa.
- Aos amigos Célia, Denise, Goretti, Graça, Iracema x Shoji, Mara e Méia, pela amizade e estímulo.
- À Eunice, Durigan e Terezinha, pelo incentivo e cooperação na realização do nosso trabalho.
- Aos funcionários Dorothy, Gláucia, Júlio e Rosa, sempre solícitos.
- Ao Dr. Valdenir Queiroz Ribeiro, pela análise estatística.

## ÍNDICE

Página

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| SUMMARY .....                                       |    |
| RESUMO .....                                        |    |
| INTRODUÇÃO .....                                    | 1  |
| REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....                         | 2  |
| 1 - CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA .....                   | 2  |
| 2 - PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO .....                | 4  |
| 3 - INDUSTRIALIZAÇÃO INTEGRADA .....                | 7  |
| 4 - EXTRAÇÃO E FRACIONAMENTO DE PROTEÍNAS .....     | 9  |
| 5 - MÉTODOS BIOLÓGICOS .....                        | 11 |
| MATERIAL E MÉTODOS .....                            | 14 |
| 1 - PREPARO DA AMOSTRA .....                        | 14 |
| 2 - DETERMINAÇÕES :.....                            | 14 |
| - Umidade .....                                     | 15 |
| - Cinzas .....                                      | 15 |
| - Fibras .....                                      | 15 |
| - Proteína .....                                    | 15 |
| - Extrato etéreo .....                              | 15 |
| - Carboidratos .....                                | 15 |
| 3 - FRACIONAMENTO PROTEÍCO .....                    | 16 |
| 4 - DETERMINAÇÃO DE GLICOSE .....                   | 17 |
| 5 - DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO EM AMINOÁCIDOS ..... | 17 |

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6 - CURVAS DE SOLUBILIZAÇÃO .....                                                                             | 17 |
| 6.1 - a diferentes valores de pH .....                                                                        | 17 |
| 6.2 - a diferentes tempos de extração .....                                                                   | 18 |
| 6.3 - a diferentes proporções amostra: solvente ....                                                          | 18 |
| 6.4 - determinação do número de extrações .....                                                               | 18 |
| 6.5 - efeito de vários solventes .....                                                                        | 19 |
| 6.6 - curva de precipitação a diferentes pH .....                                                             | 20 |
| 7 - DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE DA CÉLULA NA EXTRAÇÃO DE<br>PROTEÍNA DA FDAB .....                              | 20 |
| 8 - DETERMINAÇÃO ELETROFORÉTICA DAS FRAÇÕES ALBUMINA,<br>GLOBULINA E GLUTELINA EM GEL DE POLIACRILAMIDA ..... | 21 |
| 9 - ENSAIOS BIOLÓGICOS: NPR .....                                                                             | 22 |
| Digestibilidade aparente .....                                                                                | 22 |
| Avaliação com larvas de <i>C. chlo</i><br><i>ropyga</i> .....                                                 | 22 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                                  | 33 |
| 1 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL .....                                                                               | 33 |
| 2 - EFEITO DO pH NA SOLUBILIDADE DA PROTEÍNA DA FDAB ...                                                      | 33 |
| 3 - EFEITO DE DIFERENTES TEMPOS DE EXTRAÇÃO NA SOLUBILI-<br>DADE DA PROTEÍNA DA FDAB .....                    | 33 |
| 4 - PROPORÇÃO AMOSTRA: solvente .....                                                                         | 35 |
| 5 - EFEITO DO NÚMERO DE EXTRAÇÕES .....                                                                       | 35 |
| 6 - COMPORTAMENTO DOS COMPONENTES NITROGENADOS DA FDAB<br>FRENTE A DIFERENTES SOLVENTES .....                 | 37 |
| 7 - CURVA DA PRECIPITAÇÃO DAS PROTEÍNAS EM FUNÇÃO DO pH.                                                      | 41 |
| 8 - ELETROFORESE DE DISCO EM GEL DE POLIACRILAMIDA DAS                                                        |    |

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FRAÇÕES ALBUMINA, GLOBULINA E GLUTELINA DA FDAB .....                                                   | 43 |
| 9 - ESTUDO DO EFEITO DA CELULASE DE <i>ASPERGILLUS NIGER</i> NA<br>EXTRAÇÃO DAS PROTEÍNAS DA FDAB ..... | 43 |
| 10 - COMPOSIÇÃO EM AMINOÁCIDOS .....                                                                    | 45 |
| 11 - AVALIAÇÃO NUTRICIONAL: NPR .....                                                                   | 48 |
| 12 - AVALIAÇÃO NUTRICIONAL UTILIZANDO LARVAS DE <i>CHRYSOMYA</i><br><i>CHLOROPYGA</i> .....             | 57 |
| CONCLUSÕES .....                                                                                        | 62 |
| BIBLIOGRAFIA .....                                                                                      | 63 |
| APÊNDICE A: dados utilizados na análise estatística ...                                                 | 68 |

## TABELAS E FIGURAS

|                                                                                                                                                       | Página |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>TABELAS:</b>                                                                                                                                       |        |
| 1 - Composição química média das amêndoas .....                                                                                                       | 4      |
| 2 - Área de ocorrência de babaçuais nativos .....                                                                                                     | 5      |
| 3 - Babaçu - principais regiões ecológicas-MA .....                                                                                                   | 6      |
| 4 - Defasagem entre os estágios atual e potencial do se<br>tor babaçueiro .....                                                                       | 7      |
| 5 - Aproveitamento industrial total do babaçu .....                                                                                                   | 8      |
| 6 - Análise química de uma torta de amêndoa de babaçu .                                                                                               | 9      |
| 7 - Composição centesimal das dietas utilizadas na de<br>terminação do NPR .....                                                                      | 23     |
| 8 - Composição da mistura salina. (NPR) .....                                                                                                         | 24     |
| 9 - Composição da mistura vitamínica. (NPR) .....                                                                                                     | 25     |
| 10 - Composição das dietas de FDAB suplementadas com<br>L-Lisina e D-L-Treonina .....                                                                 | 26     |
| 11 - Composição das dietas de FDAB para estudo do efeito<br>da concentração proteica no crescimento de larvas de<br><i>Chrysomya chloropyga</i> ..... | 27     |
| 12 - Composição das dietas de caseína para estudo do efei<br>to da concentração proteica no crescimento de lar<br>vas de <i>C. chloropyga</i> .....   | 28     |
| 13 - Composição das dietas de 2% de proteína de FDAB pa                                                                                               |        |

|                                                                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ra estudo do efeito da suplementação com os aminoácidos L-Lisina e D-L-Treonina no crescimento de larvas de <i>C. chloropyga</i> .....                                                        | 29 |
| 14 - Composição das dietas de 4% de proteína da FDAB para estudo do efeito da suplementação com os aminoácidos L-Lisina e D-L-Treonina no crescimento de larvas de <i>C. chloropyga</i> ..... | 30 |
| 15 - Composição da solução de vitaminas utilizadas nas dietas para <i>C. chloropyga</i> .....                                                                                                 | 31 |
| 16 - Componentes da mistura de sais minerais utilizada nas dietas para <i>C. chloropyga</i> .....                                                                                             | 32 |
| 17 - Composição centesimal da FDAB .....                                                                                                                                                      | 33 |
| 18 - Efeito da relação amostra: solvente .....                                                                                                                                                | 35 |
| 19 - Efeito do número de extrações .....                                                                                                                                                      | 37 |
| 20 - Eficiência de diferentes solventes na extração da proteína da FDAB utilizando-se extrações sucessivas.                                                                                   | 40 |
| 21 - Estudo do efeito de diferentes solventes na extração da proteína da FDAB utilizando-se extrações isoladas.                                                                               | 41 |
| 22 - Ação da celulase na extração da proteína da FDAB ...                                                                                                                                     | 45 |
| 23 - Composição em aminoácidos da FDAB e das frações isoladas .....                                                                                                                           | 47 |
| 24 - Composição em aminoácidos da FDAB, feijão e soja ...                                                                                                                                     | 52 |
| 25 - Composição em aminoácidos da FDAB e Tucum .....                                                                                                                                          | 53 |



|                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 26 - Resultados do NPR e Digestibilidade aparente .....                                                                                     | 54 |
| 27 - Conteúdo de aminoácidos essenciais para o rato na<br>dieta de FDAB .....                                                               | 55 |
| 28 - Ganho médio de peso dos ratos submetidos a dietas<br>de FDAB .....                                                                     | 56 |
| 29 - Peso médio e porcentagem de crescimento das larvas<br>de <i>C. chlonopyga</i> submetidas aos diferentes tratamen <u>t</u><br>tos ..... | 61 |

#### FIGURAS:

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 - Efeito do pH na solubilidade da proteína da FDAB ..                                                      | 34 |
| 2 - Efeito de diferentes tempos de extração na solubili <u>d</u><br>dade da proteína da FDAB .....           | 36 |
| 3 - Efeito de diferentes solventes na solubilidade da<br>proteína da FDAB .....                              | 38 |
| 4 - Efeito de diferentes solventes na solubilidade da<br>proteína da FDAB, utilizando extrações isoladas ... | 39 |
| 5 - Efeito do pH na precipitação da proteína da FDAB ..                                                      | 42 |
| 6 - Representação eletroforética das frações albumina,<br>globulina e glutelina .....                        | 44 |
| 7 - Curva de crescimento dos ratos submetidos a dietas<br>de caseína, FDAB e dieta aprroteica .....          | 49 |
| 8 - Curva de crescimento dos ratos submetidos às dietas<br>suplementadas .....                               | 50 |

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 9 - Curva de crescimento das larvas de <i>C. chloropyga</i> submetidas as dietas de carcaça, 2% caseína e 2% FDAB. | 59 |
| 10 - Curva de crescimento das larvas de <i>C. chloropyga</i> submetidas as dietas de 4% caseína e 4% FDAB .....    | 60 |

## SUMMARY

In the present work some nutritional and biochemical properties of the defatted "babaçu" flour (FDAB) were studied.

The proximate composition of the FDAB was as follows: moisture: 9.4; protein (Nx6.25): 21.6; fat: 0.3; fiber: 20.2; ash: 5.1; and carbohydrates 43.4.

Investigation of the solubility of the nitrogenous components showed minimum at pH between 3.0 and 4.0 and a maximum at pH 11.1. Under the experimental conditions maximal yield of nitrogenous compounds was obtained with four 30 minute extractions. Distilled water, NaCl solutions and NaOH solutions extracted 25.8, 52.3 and 77.3% of the total nitrogen, respectively, at an ideal sample: solvent ratio of 1:25. The effect of *Aspergillus niger* cellulase on the extraction yield of nitrogenous compounds was studied. When the extraction was performed in the presence of *Aspergillus niger* cellulase the yield was improved by a factor of 4.

The crude protein extract was fractionated by classical separation methods into albumins, globulins and glutelins. PAGE studies of these fractions revealed the presence of 10 bands for the albumin, 11 for the globulin and 1 for the glutelin fractions.

Amino acid determination of FDAB proteins indicated that the amino acids lysine and threonine are the first and the second most limiting, respectively, according to the FAO reference standard of 1973.

Biological evaluation with rats showed that the proteins of FDAB without any amino acid supplementation was significantly lower (NPR = 2.4) than the casein (NPR = 3.78) at the 1%

probability level. In diets supplemented with either lysine or threonine, NPR values obtained for threonine were higher (probability level 5%) than those for lysine.

Biological evaluation with larvae of *Chrysomya chloropyga* confirmed the results obtained by the rat bioassays, showing the improvement of the efficiency of the protein when supplemented with the limiting amino acids.

## RESUMO

O presente trabalho constou do estudo de algumas características bioquímicas e nutricionais das proteínas da farinha desengordurada de amêndoa de babaçu (FDAB).

A FDAB estudada apresentou a seguinte composição centesimal - umidade: 9.4; proteína (Nx6.25): 21.6; gordura: 0.3; fibras: 20.2; cinzas: 5.1 e carboidratos: 43.4.

Procurou-se investigar a solubilidade dos componentes nitrogenados da FDAB, tendo-se verificado solubilidade mínima em pH entre 3.0 e 4.0 e máxima em pH 11.1. Nas condições empregadas o tempo ideal de extração foi de 30 minutos, obtendo-se máxima extractabilidade após 4 extrações sucessivas. A relação ideal de amostra: solvente foi de 1:25, tendo os solventes água, NaCl e NaOH extraído 25.8, 52.3, e 77.3%, respectivamente.

Estudou-se também o efeito da celulase de *Aspergillus niger* no rendimento da extração das proteínas da FDAB, tendo-se verificado um incremento da ordem de 1 a 4 vezes nas quantidades de proteínas extraídas.

As frações albumina, globulina e glutelina obtidas através do fracionamento das proteínas da FDAB foram estudadas por eletroforese em gel de poliacrilamida. Foram obtidos 10 componentes para a fração albumina, 11 para a fração globulina e 1 para a fração glutelina.

A composição de amino ácidos das proteínas da FDAB indicou como amino ácidos limitantes a lisina e a treonina, utilizando-se como base para comparação o padrão de referência da FAO (1973).

A avaliação nutricional foi realizada através de determinação do NPR, que apresentou o valor de 2.4 para a FDAB pura, sendo significativamente inferior ao efeito da caseína ao nível de 1% de probabilidade. Para as dietas suplementadas o efeito médio da D-L-Treonina foi significativamente superior ao efeito médio da L-Lisina ao nível de 5% de probabilidade.

Utilizou-se também larvas de *Chrysomya chloropyga* para a avaliação da qualidade proteica da FDAB, tendo-se verificado efeito positivo da adição dos amino ácidos limitantes à FDAB.

## INTRODUÇÃO

O babaçu (*Orbignya martiana* Barb. Rodr.) é uma palmácea nativa e no Brasil, sua ocorrência é maior nos estados do Maranhão, Piauí, Goiás e Mato Grosso.

A atividade babaçueira restringi-se à extração do óleo de suas amêndoas e ao aproveitamento da torta e farelo na alimentação animal, o que leva a uma perda de 93% de materiais diversos que poderiam ser utilizados para fornecer amido, álcool, glicose, carvão e vários outros produtos químicos.

Atualmente, no Nordeste, a quase totalidade da torta obtida da extração do óleo é exportada, sendo o seu preço estipulado de acordo com o teor proteico encontrado, fato este que nos levou a direcionar nosso estudo para a proteína da amêndoa de babaçu.

O objetivo deste trabalho, portanto, será analisar bioquímica e nutricionalmente a proteína da farinha desengordurada de amêndoa de babaçu.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1 - CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA:

O babaçu (*Orbignya martiana* Barb. Rodr.), planta da família das palmáceas, possui porte elegante alcançando até 20 m de altura, coroada por 15-20 folhas grandes, planas, penipartidas, de 15 a 20 cm de largura, podendo alcançar até 6 metros de comprimento (BRAGA, 1960). A palmeira floresce de novembro até janeiro, sendo que o período de desenvolvimento dos cachos, que aparecem nas inflorescências femininas, vai de julho a novembro. Cada palmeira produz 2, 3 e até 4 cachos de 1 a 2 metros de comprimento contendo em média 200 frutos. A classificação botânica para a palmeira é a seguinte:

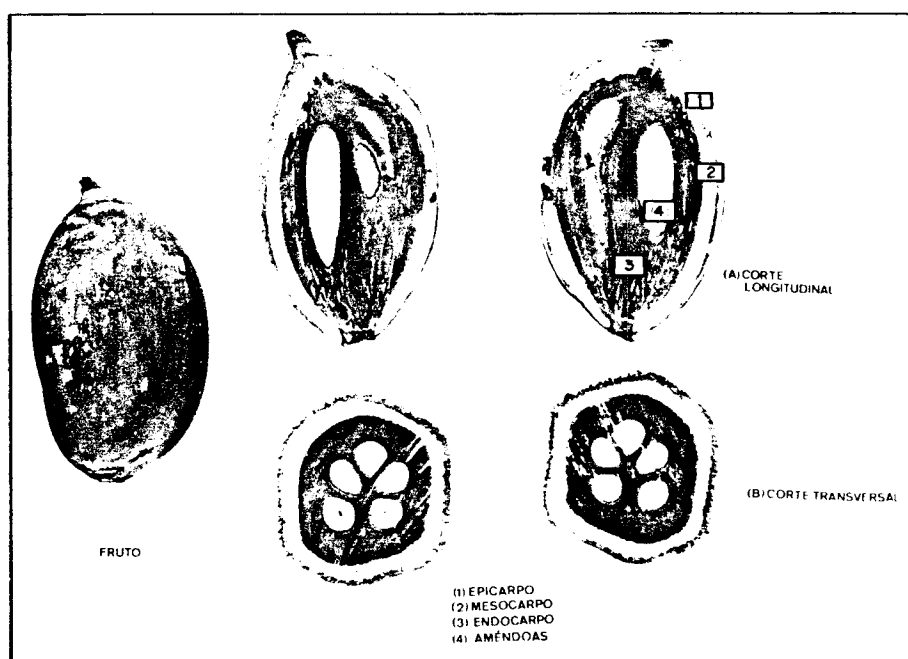
Divisão: Embryophyta siphonogama  
Classe: Monocotyledonea  
Ordem: Principes  
Família: Palmaceas  
Sub-família: Ceroxylinaceae  
Gênero: *Orbignya*  
Espécie: *Orbignya martiana*

O coco babaçu é uma drupa de aproximadamente 8 a 15 cm de comprimento e 5 a 7 cm de largura. Compõe-se das seguintes partes: epicarpo, mesocarpo, endocarpo e amêndoas. (WILHEMS, 1964). O conjunto compreendendo o epicarpo, mesocarpo e endocarpo é conhecido como a casca do coco e corresponde a cerca de 92 a 93% do total deste, cujo peso em termos percentuais está distribuído, segundo trabalho publicado pela secretaria de Indústria e Comércio do governo do Estado do Piauí (1977) em:



| CAMADAS   | PESO % |
|-----------|--------|
| Epicarpo  | 12     |
| Mesocarpo | 23     |
| Endocarpo | 58     |
| Amêndoas  | 07     |

Composição do coco babaçu:



A amêndoa é de cor branca, ligeiramente amarelada, variando em número, comumente de 1 a 3, por vezes em número de até 8, medem de 2,5 a 5,0 cm de comprimento, por 1 a 2 cm de largura. Pesam em média, de 3 a 4 gramas, e contêm entre 60 a 68% de óleo (GONSALVES, 1955).

A composição química aproximada das amêndoas é a seguinte, segundo Leite (1977):

TABELA 1: Composição química média das amêndoas.

| COMPONENTES  | %    |
|--------------|------|
| Água         | 4,2  |
| Óleo         | 67,3 |
| Minerais     | 1,5  |
| Fibras       | 6,8  |
| Proteínas    | 12,6 |
| Carboidratos | 7,6  |

## 2 - PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO

O babaçu é uma palmácea nativa, cobrindo extensas áreas, principalmente nos estados do Maranhão, Piauí, Goiás e Mato Grosso. Na tabela 2 é apresentada a área de ocorrência dos babaçuais nativos no país (ROSENTHAL, 1977).

TABELA 2: Área de ocorrência dos babaçuais nativos (1000 ha)

| ESTADO       | (1)      | (2)   | (3)   |
|--------------|----------|-------|-------|
| Maranhão     | 12.000 * | 8.500 | 8.665 |
| Piauí        | 1.200    | 1.200 | 300   |
| Goiás        | 1.000    | 1.000 | 1.000 |
| Mato Grosso  | 1.500    | 800   | 2.000 |
| Minas Gerais | 1.000    | -     | 1.000 |
| Outros:      | 700      | 2.500 | 280   |
| Amazonia     | -        | -     | 50    |
| Pará         | -        | -     | 200   |
| Ceará        | -        | -     | 30    |

(1) S.A. Maranhão

\*Akira Kono

(2) I.O., M.A, 1968

(3) Serv. Estat. Produção, 1973

O Maranhão, tem no babaçu um dos principais sustentáculos de sua economia, contribuindo com 50% da receita do Estado. Na zona dos cocais as palmeiras de babaçu produzem em torno de trezentos e vinte bilhões de cocos, gerando aproximadamente, duzentas mil toneladas de amêndoas oleíferas, aplicadas na produção de óleo bruto, torta e farelo, produtos estes utilizados nas indústrias químicas de sabões, detergentes, cosméticos, indústrias alimentícias, de óleos refinados, gordura, margarina e rações balanceadas (SOARES, 1979). Na tabela 3 são mostradas as áreas de cobertura das principais regiões ecológicas do Maranhão, segundo dados do Instituto de Pesquisas Econômico-Sociais e Informática do Estado do Maranhão (1977).

TABELA 3: Babaçu - Principais regiões ecológicas do Maranhão

| REGIÃO ECOLÓGICA | ÁREA<br>(1.000ha) | % SOBRE O ESTADO |                  |
|------------------|-------------------|------------------|------------------|
|                  |                   | ÁREA             | PRODUÇÃO AMÊNDOA |
| Cerrado          | 4.483             | 13,81            | 38,30            |
| Cocais           | 1.974             | 6,06             | 22,50            |
| Baixada          | 1.770             | 5,44             | 19,07            |
| TOTAL            | 8.228             | 25.31            | 79,87            |

Segundo estudo contido no Informativo Cacex (1980), o babaçu em proporções limitadas, ou em usinas-piloto, já demonstrou todas as potencialidades do seu aproveitamento integral e ensaiou todas as potencialidades de sua utilização energética. Provocou o aparecimento de mais de 300 inventos (entre estrangeiros e nacionais) para enfrentar a dureza do endocarpo e extrair as amêndoas sem danificá-las, mas se ressentia de uma tecnologia adequada que permita sua industrialização em escala de todos os produtos e sub-produtos possíveis (entre outros álcool neutro e amiláceos pré-gelatinizados, dos quais o Brasil é carente). A atividade babaçueira não encontrou ainda o melhor de sua aplicação e depende basicamente da extração do óleo, com o consequente aproveitamento da torta e farelo. A coleta e a quebra, que estão na base de todo programa que vise o aproveitamento da virtualidade econômica do produto, permanecem de maneira geral nos estágios mais simples. A potencialidade de extração do coco é, no mínimo, três e meia vezes maior do que a que se obtém atualmente. A Tabela 4 ilustra a defasagem entre os estágios atual e potencial do setor; de acordo com dados do Informativo Cacex (1980).

TABELA 4: Defasagem entre os estágios atual e potencial do setor babaqueiro.

|              | COMERCIALIZAÇÃO (T/ano) |            |                 |           |                 |           |
|--------------|-------------------------|------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
|              | PRODUÇÃO (T/ano)        |            | MERCADO INTERNO |           | MERCADO EXTERNO |           |
|              | ATUAL                   | POTENCIAL  | ATUAL           | POTENCIAL | ATUAL           | POTENCIAL |
| Coco         | 4 milhões               | 15 milhões | -               | -         | -               | -         |
| Amêndoas     | 240.000                 | 900.000    | -               | -         | -               | -         |
| Farelo/torta | 70.000                  | 540.000    | 20.000          | 40.000    | 50.000          | 230.000   |
| Óleo         | 140.000                 | 270.000    | 100.000         | 140.000   | 40.000          | 400.000   |

### 3 - A INDUSTRIALIZAÇÃO INTEGRADA

Diversos projetos visam, atualmente, a industrialização integrada do coco, pois o aproveitamento apenas do óleo não constitui atrativo para a indústria, o que representa um desperdício de quase 93% de materiais diversos como: o mesocarpo que pode fornecer o amido, o alcool, a glicose e outros produtos; o endocarpo que fornece o carvão, o coque e produtos químicos diversos (alcool metílico, ácido acético, etc.); o epicarpo que fornece a fibra e pode produzir juntamente com o endocarpo, frufural ou fornece energia necessária ao funcionamento de equipamentos (ROSENTHAL, 1976).

TABELA 5: Aproveitamento industrial total do babaçu

| FRUTO             |                   |                     |                  |       |
|-------------------|-------------------|---------------------|------------------|-------|
| AMIDO:            | FIBRA             | ENDOCARPO           | AMÊNDOA          |       |
|                   |                   |                     | ÓLEO             | TORTA |
| Alcool            | Fibras            | Ac. acético         | Borra            | Ração |
| Glicose           | Papelão           | Acetatos            | Sabão            | Óleo  |
| Ração             | Placas            | Alc. metílico       | Ração            |       |
| Sondas            | Carvão reativado. | Acetona             | Ac. graxos       |       |
| Tanino            |                   | Alcatrão            | Velas            |       |
| Amido comestível. |                   | Carvão gasogênio.   | Óleo comestível. |       |
|                   |                   | Carvão reativado.   | Margarina        |       |
|                   |                   | Coque metalúrgico.  | Glicerina        |       |
|                   |                   | Gases combustíveis. |                  |       |

Na tabela 6 apresentamos a análise química de uma torta resultante da extração do óleo, segundo trabalho publicado pela Secretaria de Indústria e Comercio do Estado do Piauí (1977).

TABELA 6: Análise química média da torta de amêndoa de babaçu

| COMPONENTES    | %    |
|----------------|------|
| Água           | 8,5  |
| Proteína bruta | 23,2 |
| Proteína real  | 22,0 |
| Gordura        | 45,9 |
| Celulose       | 10,6 |
| Cinzas         | 4,8  |

#### 4 - EXTRAÇÃO E FRACIONAMENTO DE PROTEÍNAS

A metodologia de extração e precipitação de proteínas é variável mas baseia-se fundamentalmente no clássico trabalho de Osborne (1907) que classificou as frações proteicas de acordo com a sua solubilidade frente a diferentes solventes, o que serviu de ponto de partida para diversos trabalhos efetuados na área no decorrer dos anos seguintes.

Lund e Sandstron (1943) no estudo das proteínas de sementes de Olmo, Pau-ferro e frutos de Carvalho obtiveram albumina, globulina e glutelina como principais frações proteicas para os dois primeiros, sendo que para os frutos de Carvalho só a fração glutelina foi obtida.

Djang et al. (1953), observaram que o grau de solubilização dos componentes nitrogenados do feijão (*Phaseolus aureus*)

com solução 0,4M de NaCl foi aumentado pela diminuição do tamanho da partícula da farinha e pelo emprego de uma proporção amostra : solvente maior, e que o rendimento de solubilização foi maior para a farinha desengordurada do que para a farinha engordurada.

No desenvolvimento de um novo método de extração de proteínas do germe e endosperma do milho, Mertz e Bressani (1957) conseguiram uma rápida e completa extração com o uso de um meio alcalino contendo ions sódio, cobre, sulfato e sulfito. Os ions foram removidos por diálise ou precipitação isoelétrica. Neste método o nitrogenio residual insolúvel em alcali é dissolvido pela ação conjunta dos ions cobre e sulfito.

Dando continuidade a seus estudos Bressani e Mertz (1958) obtiveram em amostras de endosperma 17 a 26% de proteínas solúveis em ácidos, 41 a 60% de proteínas solúveis em alcalis e alcool e 17 a 31% de glutelinas. Para o germe do milho encontraram 30 a 40% de ácido-solúveis, 5 a 10% de alcali e alcool solúveis e 49 a 54% de alcali-solúveis.

Smith et al. (1959) estudaram a extração de proteínas e outros componentes nitrogenados de 41 espécies de sementes representando 21 famílias vegetais, frente a diferentes solventes. Os dados obtidos fornecem informações que permitem selecionar as espécies de sementes que fornecem uma maior extração de seus componentes proteicos e servem de ajuda para futuros estudos com grupos de plantas semelhantes.

Na investigação de métodos de extração e precipitação de proteínas de feijão (*Phaseolus vulgaris*) Evans e Kerr (1963), obtiveram níveis máximos de nitrogenio pela extração com HCl em pH 1,5, com NaOH a pH 7,0 e por soluções de NaCl de 1 a 8%.

Pomeranz (1965) isolando proteínas de farinhas de trigo e soja concluiu que a solubilidade em soluções 3M de urea a 4°C



pode ser um parâmetro muito útil para avaliar a extensão de danos por aquecimento em proteínas de plantas.

No estudo da extração e composição de proteínas de arroz, Caganparg et al. (1966) observaram que a fração glutelina foi dominante no grão, no produto moído e no arroz polido. No farelo, albumina e globulina foram as principais frações.

Estudando o efeito de diferentes variáveis na extração de proteínas de semente de girassol, Gheyasuddin et al. (1970) demonstraram que a globulina era o principal componente. Albumina, nitrogenio não-proteico e nitrogenio insolúvel estavam presentes em pequenas quantidades e que a glutelina correspondia a 17% do nitrogenio total.

Na extração de proteína de amendoim em meio aquoso, frente a diferentes pH's, Sanson et al. (1971) conseguiram um ponto de solubilidade mínima a pH 3,9, aumentando a solubilidade em pH's ácidos e básicos. Frente a soluções salinas, a proteína apresentou uma solubilidade mínima a  $\text{pH} \leq 3$  e uma máxima em pH neutro. A proporção amostra: solvente mais eficiente para uma única extração foi de 1:20, e de 1:15 para processos de múltipla extração. 90% das proteínas foram classificadas, baseado no método de Osborne, como albuminas e globulinas.

## 5 - MÉTODOS BIOLÓGICOS

Para a avaliação biológica de proteínas, técnicas tem sido desenvolvidas baseadas em balanço de nitrogenio e crescimento (expresso como ganho de peso). Algumas dessas técnicas demonstraram maior eficiência e praticidade, sendo oficialmente adotadas como métodos padrões.

Osborne et al. (1919), propuseram um método para expressar numericamente o crescimento promovido por proteínas. O mesmo sugeria que diferenças na qualidade da proteína poderiam ser interpretadas através do ganho de peso de animais em crescimento. Em 1959, Chapman et al., no Canadá, padronizaram as condições experimentais do método. Em 1965, Derse fez o mesmo nos EEUU. O método padronizado requer que ratos desmamados (+ 21 dias) sejam alimentados por uma dieta com nível de proteína de 10%, por um período de quatro semanas, e que os resultados sejam relativos a um grupo controle submetido a uma dieta cuja fonte proteica seja a caseína. O método foi chamado Protein Efficiency Ratio (PER).

Objetivando superar as limitações apresentadas pelo método proposto por Osborne et al. (1919), Bender e Doell (1957) sugeriram algumas modificações. O ensaio teria a duração de 10 dias e um grupo de ratos submetidos a uma dieta aprroteica seria incluido. Haveria um grupo alimentado com proteína padrão, e os resultados seriam expressos como porcentagem do valor correspondente ao padrão. Conhecido como Net Protein Ratio (NPR), o novo método é simples, prático e semelhante ao PER.

Bender e Miller (1953) propuseram um método que quantifica a proporção de nitrogenio total que foi retido. A retenção era obtida pela diferença entre o grupo teste e um grupo de animais em dieta aprroteica. A técnica foi chamada Net Protein Utilization (NPU). Os animais comumente usados no ensaio são ratos e frangos submetidos a dietas teste por um período de 14 dias. Várias modificações para o método foram sugeridas com o fim de evitar que o mesmo superestimasse proteínas de baixa qualidade e para que conseguisse expressar características de quantidade e qualidade da proteína teste.

Nos últimos quinze anos pesquisas tem sido realizadas visando a utilização de larvas de insetos para determinar valores nutricionais de proteínas.

As vantagens da utilização de insetos sobre os demais animais de laboratório foram mencionadas por Patton (1963) e Romoser (1973): são facilmente coletados, utilização de reduzido espaço para a criação de grande número de insetos, baixo custo de manutenção, ciclo de vida curto e rápido desenvolvimento.

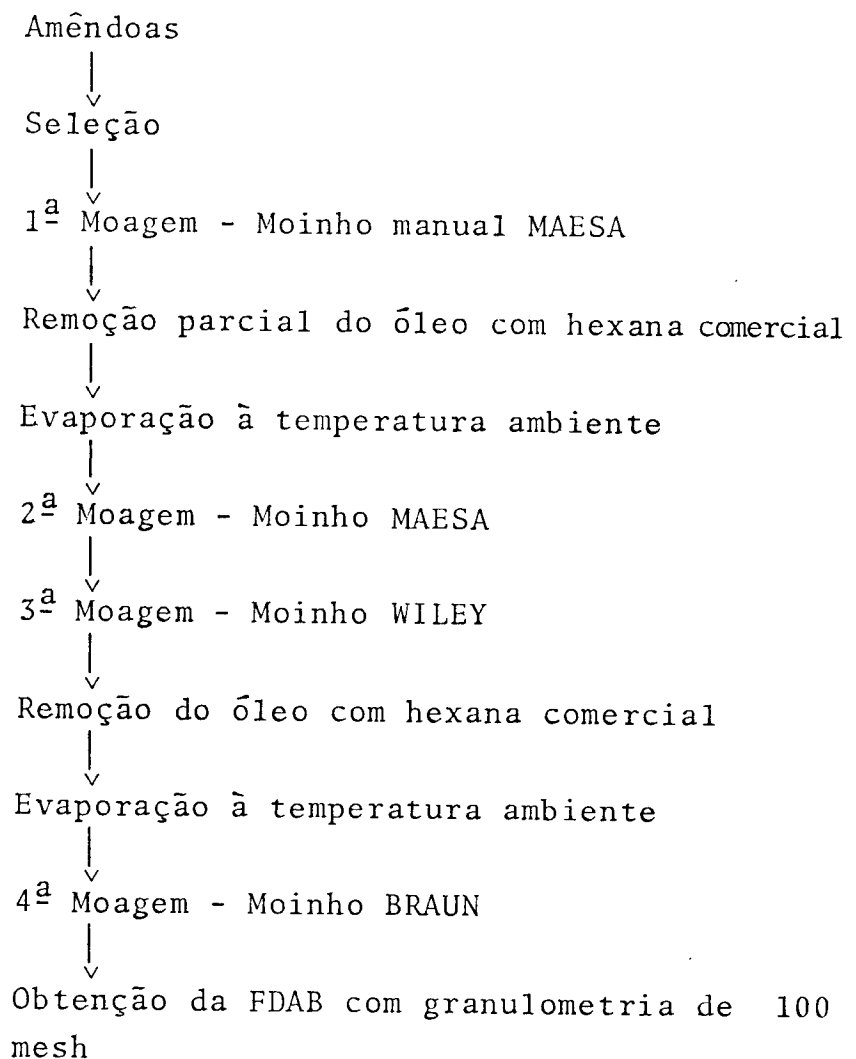
Leclerq e Debast (1965) utilizaram larvas de *Tenebrio molitor* em um ensaio onde as dietas eram preparadas contendo 10% de proteína e balanceadas para todos os nutrientes. A larva era colocada em frascos contendo 1 g de dieta e após quatro semanas o peso ganho era determinado.

Existem poucos dados sobre a metodologia e não foi de terminada uma correlação entre o crescimento de insetos com o de outros animais de laboratório.

Mais recentemente, Leal (1980) utilizou larvas do gênero *Chrysomya* Robineau-Desvoidy em ensaios para avaliar a qualidade proteica de cereais (arroz, milho e trigo), leguminosas (feijão e soja), leite em pó integral, caseína e ovo integral, e concluiu que semelhante aos ratos, as larvas responderam a variações de qualidade proteica, bem como a suplementações e complementações, características essas favoráveis ao estabelecimento de um novo método de avaliação de qualidade proteica.

## MATERIAL E MÉTODOS

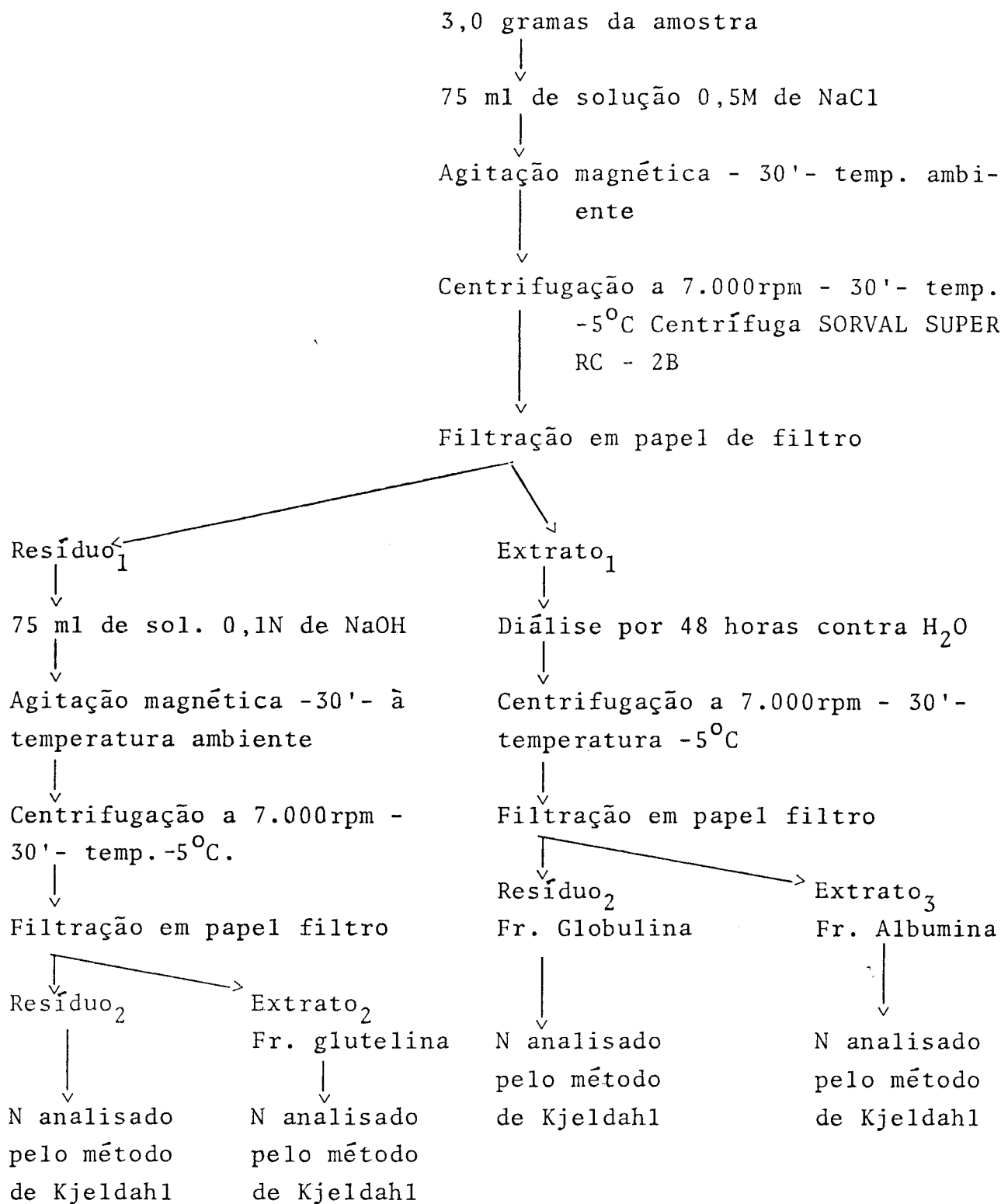
- 1 - Preparo da amostra: foram utilizadas amêndoas de babaçu (*Orbignya martiana*) obtidas em Fortaleza-CE, na empresa Siqueira Gurgel S.A. Comércio e Indústria. A preparação da farinha de sengordurada de amêndoa do babaçu (FDAB) obedeceu o esquema a seguir:



- 2 - Determinações: as análises químicas obedeceram a metodologia proposta pela A.O.A.C. (1970).

- 2.1 - Umidade - o teor de umidade foi determinado mantendo-se o material a 100-105°C até peso constante.
- 2.2 - Cinzas - encineração do material em mufla a 550°C até peso constante.
- 2.3 - Fibras - determinada pelo método de Van de Kamer e Van Junkel (1952), após digestão da amostra com uma mistura de ácidos (acético, nítrico e tricloroacético) e filtração em cadinho G<sub>4</sub>. A fibra corresponde ao resíduo que permanece após filtração.
- 2.4 - Proteína - a concentração de nitrogênio foi determinada pelo método Kjeldahl e o teor da proteína obtido empregando-se o fator 6,25.
- 2.5 - Reação do biureto - foi determinada de acordo com Villela et al. (1973).
- 2.6 - Lipídios - determinados por extração direta com éter de petróleo em extrator Goldfish.
- 2.7 - Carboidratos - calculados por diferença.

3 - Fracionamento proteico: as proteínas da farinha desengordura da de amêndoa de babaçu foram extraídas como esquematizado abaixo:



A farinha desengordurada de amendoa de babaçu (3,0g) foi suspensa em solução 0,5M de NaCl (75ml). Após 30 minutos de agitação magnética à temperatura ambiente, o extrato<sub>1</sub> foi separado por centrifugação a 7.000rpm por 30', a -5°C, e dialisado contra água destilada por 48 horas (temp. de refrigeração) com trocas periódicas, centrifugado a 7.000rpm por 30' a -5°C, e separado em dois componentes. O extrato<sub>3</sub> que contém as albuminas e a fração insolúvel que contém as globulinas foi ressuspendido em solução TRIS pH 8,0. O resíduo<sub>1</sub> foi re-extraído em 75 ml de solução 0,1N de NaOH por 30' a -5°C. O extrato<sub>2</sub> contém a fração glutelina.

4 - Determinação de glicose pelo método de Somogy-Nelson: obedeceu-se a metodologia descrita por Villela et al. (1973).

5 - Determinação de aminoácidos: amostras de 20 mg de proteína das frações albumina, globulina e glutelina e da FDAB foram hidrolisadas com HCl 6N por 22 horas a 110°C. Após este período, as soluções dos aminoácidos foram evaporadas em evaporador rotatório. O resíduo foi dissolvido em tampão citrato pH 2,2, suficiente para se obter o equivalente a 1 mg de proteína por mililitro. A composição em aminoácidos foi determinada em analisador semi-automático Beckman Modelo 119C, segundo o método de Spackman et al. (1958), sendo os resultados expressos por 100g de proteína.

6 - Curvas de solubilização:

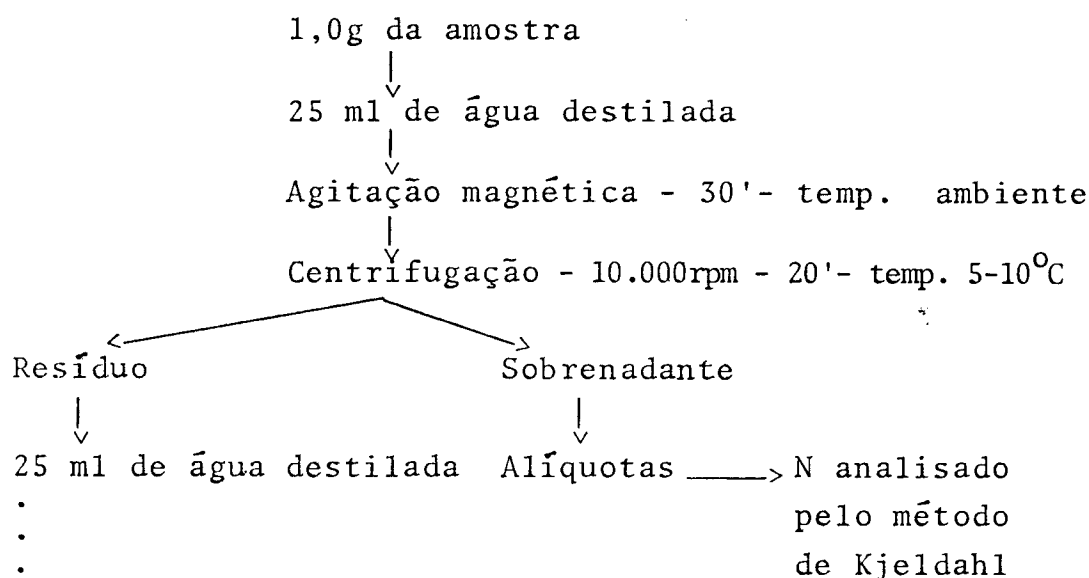
6.1 - a diferentes valores de pH - porções de 1,0g do material (FDAB) foram postas em becker de 80 ml e tratadas com água destilada (30 ml), com o ajuste de pH feito com solução 1,0N de HCl e NaOH, abrangendo a faixa de pH de 1 a 12. As extrações foram feitas por agitação magnética durante 1 hora a temperatura ambiente, seguiu

das de centrifugação a 10.000rpm por 20' a temperatura de 5 a 10°C. Do sobrenadante foram retiradas alíquotas para determinação de nitrogenio pelo método Kjeldahl.

6.2 - a diferentes tempos de extração - porções de 1,0g da amostra foram suspensas em 30 ml de água destilada e submetidas a agitação magnética por diferentes tempos (15, 30, 45, 60 e 90 minutos), e em seguida centrifugadas a 10.000rpm por 20' a temperatura de 5-10°C. Alíquotas do sobrenadante foram tomadas para determinação da concentração de nitrogenio.

6.3 - a diferentes proporções amostra: solvente - as condições de extração obedeceram os esquemas anteriores e foram utilizadas as seguintes proporções (1:10, 1:15, 1:20, 1:25 e 1:30). Determinou-se a concentração de nitrogênio em alíquotas do sobrenadante.

6.4 - determinação do número de extrações na extração da proteína da FDAB - 1,0 grama da amostra foi submetida a quatro extrações sucessivas, cada uma delas com 25 ml de água destilada, obedecendo o seguinte esquema:

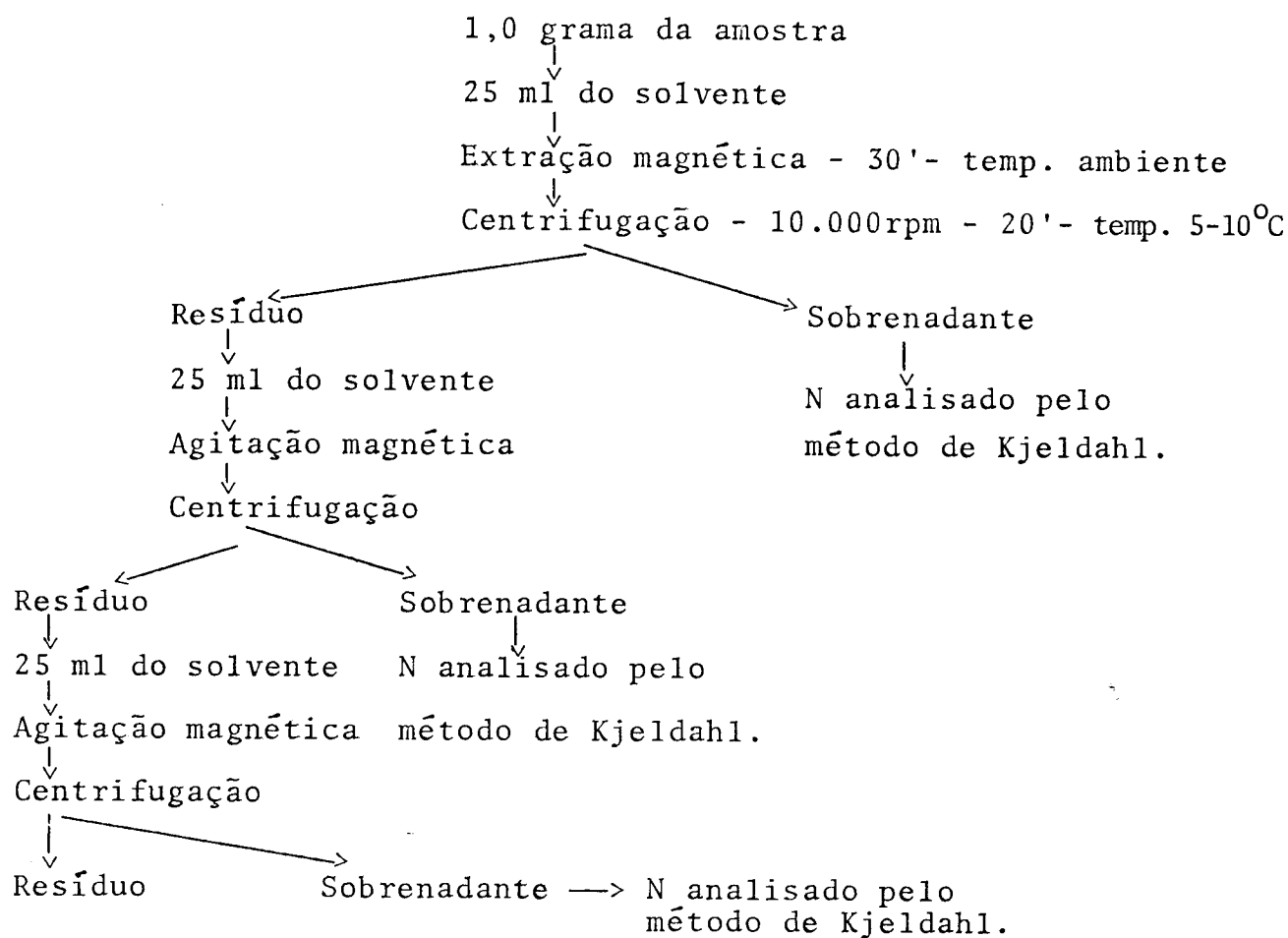




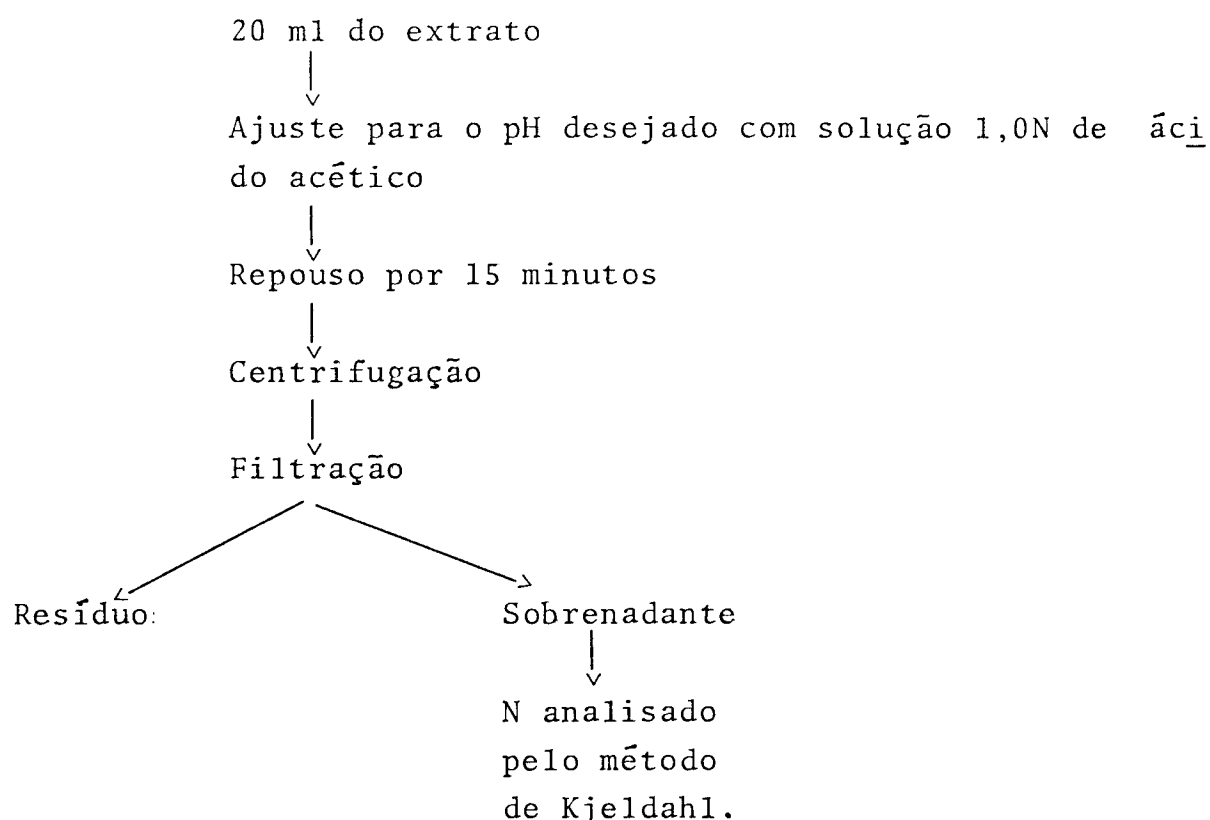
6.5 - determinação da % de extração da proteína da FDAB, utilizando-se vários solventes extratores

a) 1,0 grama da amostra sofre nove extrações consecutivas, sendo 3 em água destilada, 3 em solução 0,5M de NaCl e 3 em solução 0,1N de NaOH. As extrações foram feitas sob agitação magnética por 30' à temperatura ambiente, seguidas de centrifugação a 10.000rpm por 20', à temperatura de 5-10°C em centrífuga SORVAL SUPER SPEED RC-2B. Dos sobrenadantes foram tomadas alíquotas para determinação da concentração de nitrogênio.

b) para cada solvente foi tomada 1,0 grama da amostra e obedeceu-se a seguinte esquematização;



6.6 - curva de máxima precipitação da proteína da FDAB - o extrato proteico foi obtido da extração feita por agitação magnética por 1 hora, a temperatura ambiente, de 50 gramas das amostras da FDAB suspensas em 1.250 ml de água destilada, a pH 10, ajustada com solução 0,1N de NaOH. Após a extração a suspensão foi centrifugada a 10.000 rpm por 10 minutos a temperatura de 5-10°C. Utilizou-se uma faixa de pH de 3,5 a 8 e o seguinte esquema foi obedecido:



7 - determinação do efeito da celulase (E.C. nº 3.2.1.4;  $\beta$ -1,4-Glucana 4-Glucanohidrolase) na extração de proteína da FDAB, utilizando-se diferentes concentrações da enzima e diferentes quantidades da amostra.

Condições de incubação: pH = 4,0

temperatura = 50°C

tempo = 1 hora

Procedimento: a tubos de ensaio contendo diferentes quantidades da amostra (FADB), foram adicionados 10 ml da solução enzimática nas concentrações de 0,25 e 0,50 da enzima em tampão acetato pH = 4,0, incubados em banho-Maria nas condições acima mencionadas, retirados da incubação, agitados por 2 minutos em agitador de tubos e o conteúdo centrifugado (centrifuga Sorval Super Speed RC-2B) a 10.000rpm por 20 minutos a temperatura de 5-10°C. Filtração em papel filtro e do sobrenadante foi retirada alíquota para determinação da concentração da proteína pelo método do biureto, sendo também determinada pelo mesmo método a concentração de proteína referente às soluções enzimáticas. Para cada tubo de diferentes concentrações de FDAB foi feito um tubo com tampão acetato pH4 em lugar da solução enzimática.

- 8 - Determinação do perfil eletroforético das frações albumina, globulina e glutelina da FDAB em gel de poliacrilamida -  
Preparação da amostra: as amostras foram obtidas como descrito no item 3.

Preparação do gel: o gel foi preparado de acordo com o procedimento de Davis (1964). A concentração do gel selecionada para a fração albumina foi de 7,5%. As frações globulina e glutelina apresentaram uma melhor resolução a uma concentração de 9%. O tampão utilizado nas cubas foi o tampão Tris-glicina pH 8,3 em diluição 1:10. As condições de separação para a fração albumina foram: amperagem de 2,75 mA/tubo durante os vinte minutos iniciais e seguido de um aumento para 4,16 mA/tubo até o final da corrida. O tempo total foi de uma hora e trinta e cinco minutos. Para as frações globulina e glutelina foi usada uma amperagem de 2 mA/tubo durante a corrida do gel superior a 5 mA/tubo até o final da corrida. O tempo total foi de uma hora e trinta minutos. Os geis fou

ram corados durante 1 hora em amido black na concentração de 0,1% e descorados com solução de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  7% através de sucessivas lavagens.

## 9 - Ensaio biológicos

a) NPR - o procedimento adotado foi o descrito por Bender e Doell (1957). Utilizou-se grupos de 6 ratos recém-desmamados, da linhagem Wistar, com peso inicial de 44,8 gramas. Durante o ensaio, os animais foram mantidos em gaiolas individuais, com água e comida fornecidos "ad libitum". Em todos os experimentos foram utilizados um grupo aprotéico e um grupo submetido a uma dieta de caseína como proteína padrão.

b) Digestibilidade aparente - foi determinada segundo método descrito por Mitchell (1924).

Preparo das dietas - a composição da dieta está indicada na tabela 7 e está baseada na composição centesimal adotada pela A.O.A.C. (1970), procedimento nº 43212.

Composição das misturas salina e vitamínica - obedeceram as formulações descritas por Hegsted (1941) e NBC-Diet catalog (1977/8), respectivamente e estão contidas nas tabelas 8 e 9.

c) Avaliação da qualidade proteica utilizando larvas de *Chrysomya chloropyga*.

Para a composição das dietas e formulação das misturas vitamínica e de sais minerais, adotou-se basicamente as indicações de Brust e Fraenkel (1955) e, McCollum e Davis (1918) (apud Brust e Fraenkel, 1959) e constam nas tabelas 11, 12, 13, 14, 15 e 16.

Preparo das dietas: em um becker, quantidade adequada de água destilada é levada à ebulição e então adicionado o agar até completa dissolução. Passa-se o conteúdo do becker para o liquidificador e os demais componentes previamente pesados, são adicionados e a dieta homogeneizada. Em frascos de vidro (7,0 cm de comprimento x 6,0 cm de largura), coloca-se aproximadamente 50g da dieta e leva-se ao congelador para resfriamento rápido. Os frascos devem ser mantidos sob refrigeração até sua utilização.

Para este ensaio foram usadas larvas de *Chrysomya chloropyga*, obtidas no laboratório de Entomologia do Departamento de Parasitologia do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas.

Procedimento - adotou-se a metodologia descrita por Leal (1980) e Leal et al. (1982).

TABELA 7: Composição centesimal das dietas utilizadas na determinação do NPR.

| COMPOSIÇÃO                         | %   |
|------------------------------------|-----|
| Proteína                           | 10  |
| Gordura (óleo de milho comestível) | 8   |
| Sais minerais (*)                  | 5   |
| Vitaminas (**)                     | 1   |
| Amido (amido de milho comercial)   |     |
| q.s.p                              | 100 |

(\*) Hegsted et al. J. Biol. Chem., 138-459 (1941)

(\*\*) NBC - Diet Catalog (1977/8)

TABELA 8: Composição da mistura salina usada nas dietas do ensaio NPR, segundo Hegsted et al. (1941).

| COMPOSIÇÃO          | %       |
|---------------------|---------|
| Carbonato de cálcio | 29,9740 |
| Fosfato de potássio | 32,2220 |
| Fosfato de cálcio   | 7,4930  |
| Sulfato de magnésio | 10,1910 |
| Cloreto de sódio    | 16,7350 |
| Citrato férrico     | 2,7470  |
| Iodeto de potássio  | 0,0799  |
| Sulfato de magnésio | 0,4990  |
| Sulfato de cobre    | 0,0299  |
| Cloreto de zinco    | 0,0249  |

TABELA 9: Composição da mistura vitamínica usada nas dietas, se  
gundo NBC - Diet Catalog (1977/8).

| COMPOSIÇÃO               | PROPORÇÃO<br>mg/100g ração |
|--------------------------|----------------------------|
| Vitamina A               | 2000                       |
| Vitamina D               | 220                        |
| $\alpha$ - Tocoferol     | 11,000                     |
| Menadiona                | 5,000                      |
| Colina                   | 165,000                    |
| Ácido p-aminobenzóico    | 11,000                     |
| Inositol                 | 11,000                     |
| Niacina                  | 9,900                      |
| Pantotenato de cálcio    | 6,600                      |
| Riboflavina              | 2,200                      |
| Tiamina (HCl)            | 2,200                      |
| Piridoxina (HCl)         | 2,200                      |
| Ácido Fólico             | 0,200                      |
| Biotina                  | 0,044                      |
| Vitamina B <sub>12</sub> | 0,003                      |
| Ácido ascórbico          | 99,000                     |
| Dextrose                 | q.s.p. 1000                |

TABELA 10: Composição das dietas de FDAB suplementadas com Lisina e Treonina.

| COMPONENTES %     | DIETAS |     |     |     |     |     |
|-------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                   | (1)    | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| Proteína (FDAB)   | 10     | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |
| Gordura           | 8      | 8   | 8   | 8   | 8   | 8   |
| Sais minerais (*) | 5      | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   |
| Vitaminas (**)    | 1      | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| Lisina            | 0,1    | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Treonina          | -      | -   | -   | 0,1 | 0,2 | 0,3 |
| Amido q.s.p.      | 100    | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

(1) FDAB + 0,1% Lisina

(2) FDAB + 0,2% Lisina

(3) FDAB + 0,3% Lisina

(4) FDAB + 0,3% Lisina + 0,1% Treonina

(5) FDAB + 0,3% Lisina + 0,2% Treonina

(6) FDAB + 0,3% Lisina + 0,3% Treonina

(\*) Tabela 8

(\*\*) Tabela 9



TABELA 11: Composição das dietas de FDAB para estudo do efeito da concentração proteica no crescimento de larvas de *Chrysomya chloropyga*.

| COMPOSIÇÃO                            | % PROTEÍNA |       |
|---------------------------------------|------------|-------|
|                                       | 2          | 4     |
| FDAB(g)                               | 8,58       | 17,17 |
| Colesterol(g)                         | 0,21       | 0,21  |
| Sais minerais(g) (*)                  | 0,21       | 0,21  |
| Fungicida(g)                          | 0,35       | 0,35  |
| Solução vitaminas(ml) (**)            | 2,60       | 2,60  |
| RNA(g)                                | 0,51       | 0,51  |
| Solução bases nitrogenadas (ml) (***) | 12,30      | 12,30 |
| Agar(g)                               | 1,00       | 1,00  |
| Água destilada (ml)                   | 74,24      | 65,76 |

(\*) Tabela 16

(\*\*) Tabela 15

(\*\*\*) Composição da solução de bases nitrogenadas:

Adenina 0,1% em água destilada -4,1 ml

Uracil 0,1% em água destilada -4,1 ml

Guanina 0,1% em  $\text{NH}_4\text{OH}$  2% -4,1 ml

TABELA 12: Composição das dietas de Caseína para estudo do efeito da concentração proteica no crescimento de larvas de *Chrysomya chloropyga*.

| % PROTEÍNA                   |       |       |
|------------------------------|-------|-------|
| COMPONENTES                  | 2     | 4     |
| Caseína(g)                   | 2,35  | 4,70  |
| Colesterol(g)                | 0,21  | 0,21  |
| Sais minerais(g) (*)         | 0,21  | 0,21  |
| Fungicida(g) (Nipagin)       | 0,35  | 0,35  |
| Vitaminas(ml) (**)           | 2,60  | 2,60  |
| RNA(g)                       | 0,51  | 0,51  |
| Bases Nitrogenadas(ml) (***) | 12,30 | 12,30 |
| Agar(g)                      | 0,92  | 0,92  |
| Água destilada (ml)          | 80,55 | 78,23 |

(\*) Tabela 16

(\*\*) Tabela 15

(\*\*\*) Tabela 11

TABELA 13: Composição das dietas de 2% de proteína de FDAB para estudo do efeito da suplementação com os aminoácidos L-Lisina e D-L-Treonina no crescimento de larvas de *Chrysomya chloropyga*.

| COMPOSIÇÃO                    | DIETAS |        |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                               | (1)    | (2)    | (3)    | (4)    | (5)    | (6)    |
| FDAB(g)                       | 8,58   | 8,58   | 8,58   | 8,58   | 8,58   | 8,58   |
| Colesterol(g)                 | 0,21   | 0,21   | 0,21   | 0,21   | 0,21   | 0,21   |
| Sais minerais(g) (*)          | 0,21   | 0,21   | 0,21   | 0,21   | 0,21   | 0,21   |
| Fungicida(g)                  | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,35   |
| Vitaminas(ml) (**)            | 2,60   | 2,60   | 2,60   | 2,60   | 2,60   | 2,60   |
| RNA(g)                        | 0,51   | 0,51   | 0,51   | 0,51   | 0,51   | 0,51   |
| Bases nitrogenadas (ml) (***) | 12,30  | 12,30  | 12,30  | 12,30  | 12,30  | 12,30  |
| L-Lisina(g)                   | 0,10   | 0,20   | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   |
| D-L-Treonina(g)               | -      | -      | -      | 0,10   | 0,20   | 0,30   |
| Ágar(g)                       | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00   |
| Água destilada(ml)            | 74,14  | 74,14  | 74,14  | 74,14  | 74,14  | 74,14  |
| TOTAL                         | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

(1) 2% de proteína de FDAB + 0,1% Lisina

(2) 2% de proteína de FDAB + 0,2% Lisina

(3) 2% de proteína de FDAB + 0,3% Lisina

(4) 2% de proteína de FDAB + 0,3% Lisina + 0,1% Treonina

(5) 2% de proteína de FDAB + 0,3% Lisina + 0,2% Treonina

(6) 2% de proteína de FDAB + 0,3% Lisina + 0,3% Treonina

(\*) Tabela 16

(\*\*) Tabela 15

(\*\*\*) Tabela 11

TABELA 14: Composição das dietas de 4% de proteína de FDAB para estudo do efeito da suplementação com os aminoácidos L-Lisina e D-L-Treonina no crescimento de larvas de *Chysomya chloropyga*.

| DIETAS                       | (1)    | (2)    | (3)    | (4)    | (5)    | (6)    |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| COMPOSIÇÃO                   |        |        |        |        |        |        |
| FDAB(g)                      | 17,17  | 17,17  | 17,17  | 17,17  | 17,17  | 17,17  |
| Colesterol(g)                | 0,21   | 0,21   | 0,21   | 0,21   | 0,21   | 0,21   |
| Sais minerais(g) (*)         | 0,21   | 0,21   | 0,21   | 0,21   | 0,21   | 0,21   |
| Fungicida(g)                 | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,35   |
| Vitaminas(ml) (**)           | 2,60   | 2,60   | 2,60   | 2,60   | 2,60   | 2,60   |
| RNA(g)                       | 0,51   | 0,51   | 0,51   | 0,51   | 0,51   | 0,51   |
| Bases nitrogenadas(ml) (***) | 12,30  | 12,30  | 12,30  | 12,30  | 12,30  | 12,30  |
| L-Lisina(g)                  | 0,10   | 0,20   | 0,30   | 0,30   | 0,30   | 0,30   |
| D-L-Treonina(g)              | -      | -      | -      | 0,10   | 0,20   | 0,30   |
| Agar(g)                      | 0,90   | 0,90   | 0,90   | 0,90   | 0,90   | 0,90   |
| Água destilada(ml)           | 65,66  | 65,66  | 65,66  | 65,66  | 65,66  | 65,66  |
| TOTAL                        | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

(1) 4% de proteína de FDAB + 0,1% Lisina

(2) 4% de proteína de FDAB + 0,2% Lisina

(3) 4% de proteína de FDAB + 0,3% Lisina

(4) 4% de proteína de FDAB + 0,3% Lisina + 0,1%Treonina

(5) 4% de proteína de FDAB + 0,3% Lisina + 0,2%Treonina

(6) 4% de proteína de FDAB + 0,3% Lisina + 0,3%Treonina

(\*) Tabela 16

(\*\*) Tabela 15

(\*\*\*) Tabela 11

TABELA 15: Composição da solução de vitaminas utilizada nas dietas para *Chrysomya chloropyga*, segundo Brust & Fraenkel (1955).

| COMPONENTES                |        | QUANTIDADE (mg) |
|----------------------------|--------|-----------------|
| Tiamina                    |        | 53,0            |
| Riboflavina                |        | 26,8            |
| Ácido nicotínico           |        | 106,0           |
| Hidrocloreto de piridoxina |        | 26,6            |
| Pantotenato de cálcio      |        | 53,0            |
| Ácido fólico               |        | 5,4             |
| Cloreto de colina          |        | 70,6            |
| Água                       | q.s.p. | 100,0 ml        |

TABELA 16: Componentes da mistura de sais minerais utilizada nas dietas para *Chrysomya chloropyga*, segundo Mc. Collum & Davis (1918), apud Brust & Fraenkel (1959).

| COMPONENTES                        | QUANTIDADE (g) |
|------------------------------------|----------------|
| Lactato de Ca . 5H <sub>2</sub> O  | 35,2           |
| Bifosfato de Ca . H <sub>2</sub> O | 14,6           |
| Fosfato de K (mono)                | 25,8           |
| Fosfato de Na (mono)               | 9,4            |
| Cloreto de sódio                   | 4,8            |
| Sulfato de Mg anidro               | 7,2            |
| Citrato férrico                    | 3,2            |

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

- 1 - Os resultados da determinação da composição centesimal da FDAB encontram-se na tabela 17. Ventura (1955), no estudo dos constituintes nitrogenados da amêndoa de babaçu encontrou a seguinte composição porcentual da farinha: umidade - 12,32, lípides - 0,22, nitrogenio total - 3,75 e cinzas - 4,47.

TABELA 17: Composição centesimal da FDAB

| COMPONENTES                  | %     |
|------------------------------|-------|
| Umidade                      | 9,4   |
| Proteínas                    | 21,6  |
| Gordura                      | 0,3   |
| Fibras                       | 20,2  |
| Cinzas                       | 5,1   |
| Carboidratos (por diferença) | 43,4  |
| TOTAL                        | 100,0 |

- 2 - Efeito do pH na solubilidade da proteína da FDAB

De acordo com a figura 1 verificamos um mínimo de solubilidade entre os valores de pH 3 e 4 e um máximo a pH alcalino. Os dados deste estudo estão similares aqueles obtidos por Ventura (1955).

- 3 - Efeito de diferentes tempos de extração na solubilidade da proteína da FDAB.

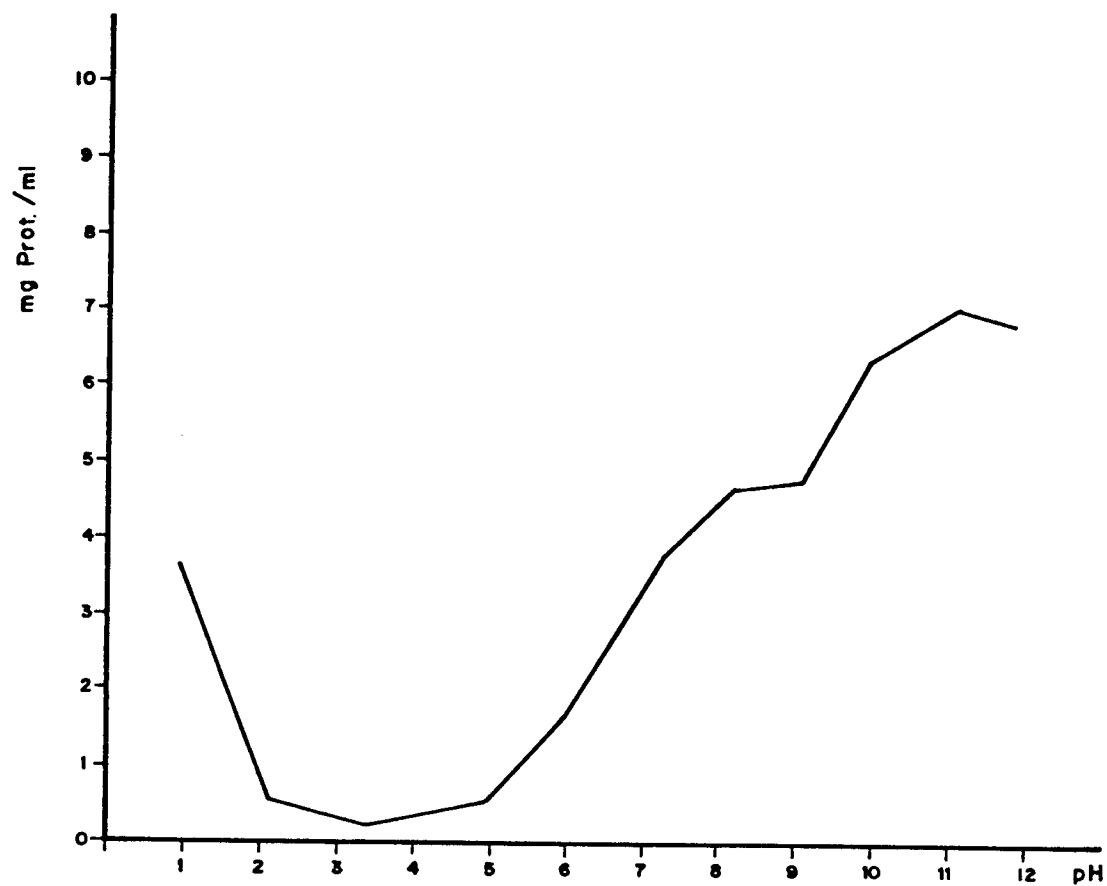


FIGURA 1: EFEITO DO pH NA SOLUBILIDADE DE PROTEÍNA DA FDAB



No estudo do tempo de extração um máximo de solubilização foi obtido com 30 minutos, figura 2.

#### 4 - Proporção amostra: solvente.

Os resultados revelaram que a proporção 1:25 (peso: volume) foi a mais eficiente para uma única extração (tabela 18)

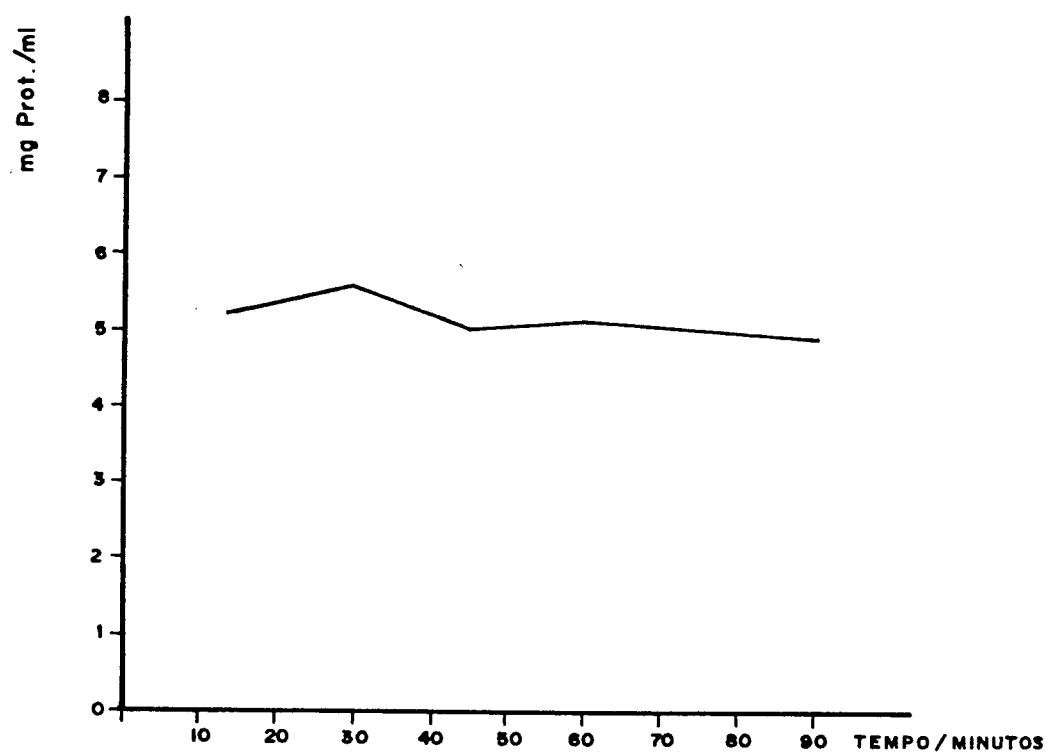
TABELA 18: Efeito da relação amostra: solvente na extração da proteína da FDAB.

| AMOSTRA: SOLVENTE | %N EXTRAÍDO |
|-------------------|-------------|
| 1:10              | 15,6        |
| 1:15              | 19,3        |
| 1:20              | 20,5        |
| 1:25              | 22,5        |
| 1:30              | 21,9        |

Média de 2 determinações.

#### 5 - Efeito do número de extrações na solubilização da proteína da FDAB.

A tabela 19 fornece os resultados obtidos e demonstra que quatro extrações são suficientes para uma extração eficiente do conteúdo nitrogenado da amostra.



**FIGURA 2: EFEITO DE DIFERENTES TEMPOS DE EXTRAÇÃO NA SOLUBILIDADE DA PROTEÍNA DA FDAB**

TABELA 19: Efeito do número de extrações na solubilização da proteína da FDAB.

| EXTRAÇÃO | %N EXTRAÍDO |
|----------|-------------|
| 1ª       | 21,4        |
| 2ª       | 9,3         |
| 3ª       | 3,0         |
| 4ª       | 1,7         |

Média de 2 determinações

- 6 - Comportamento dos componentes nitrogenados da FDAB frente a diferentes solventes, utilizando-se extrações sucessivas e extrações isoladas, obedecendo-se as esquematizações descritas na página 19.

Os dados apresentados nas tabelas 20 e 21 e nas figuras 3 e 4 fornecem os resultados deste estudo. Quando extrações sucessivas foram adotadas (água, NaCl e NaOH), obtivemos um rendimento total de 66,8%. Para extrações isoladas apresentamos uma extração de 77,3% em NaOH, 52,3% para NaCl e 25,8% em água.

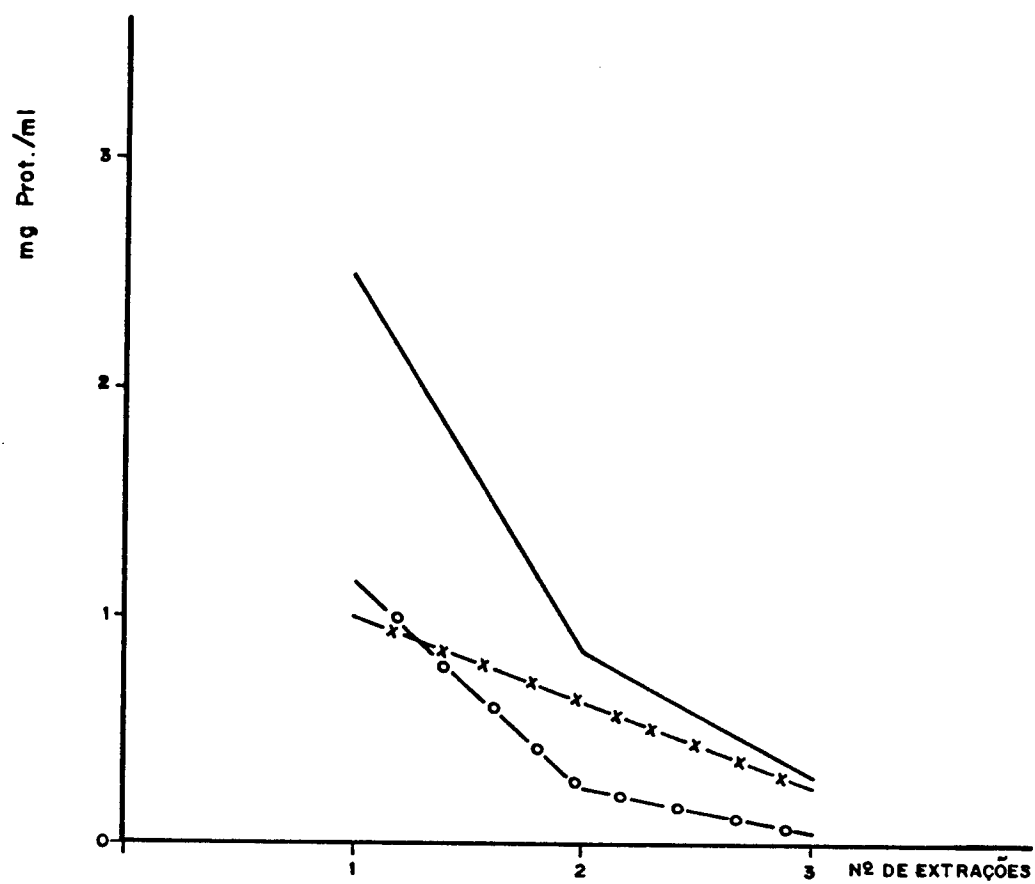
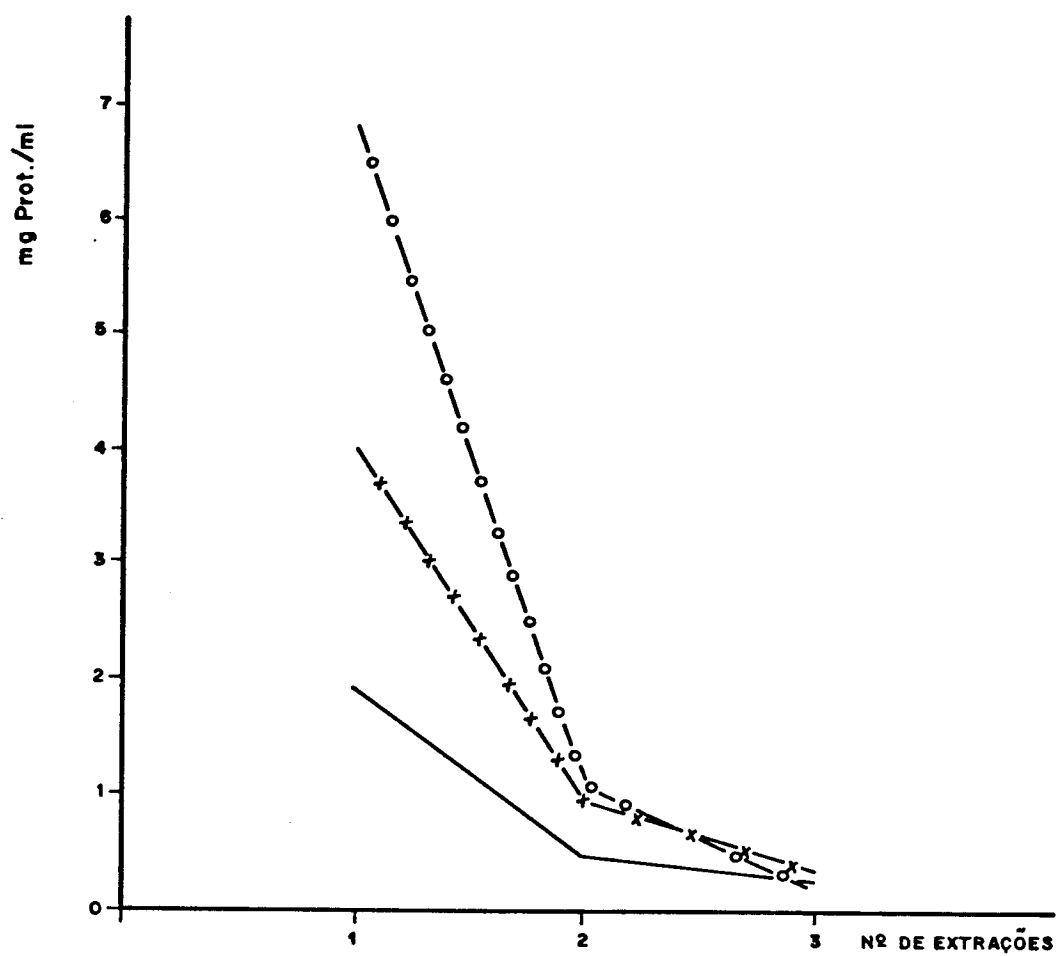


FIGURA 3 : EFEITO DE DIFERENTES SOLVENTES NA SOLUBILIDADE DA PROTEÍNA DA FDAB.

— ÁGUA  
 —x— NaCl 0,5 M  
 —o— NaOH 0,1 N



**FIGURA 4: EFEITO DE DIFERENTES SOLVENTES NA SOLUBILIDADE DA PROTEÍNA DE FDBA, UTILIZANDO EXTRAÇÕES ISOLADAS.**

— ÁGUA  
 —x— NaCl 0,5 M  
 —o— NaOH 0,1 N

TABELA 20: Eficiência de diferentes solventes na extração da proteína da FDAB, utilizando-se extrações sucessivas.

| SOLVENTE                      | %N EXTRAÍDO |
|-------------------------------|-------------|
| 1 <sup>a</sup> Extração: água | 19,6        |
| 2 <sup>a</sup> Extração: água | 8,9         |
| 3 <sup>a</sup> Extração: água | 3,1         |
| SUB-TOTAL                     | 31,6        |
| 4 <sup>a</sup> Extração: NaCl | 10,8        |
| 5 <sup>a</sup> Extração: NaCl | 7,1         |
| 6 <sup>a</sup> Extração: NaCl | 2,7         |
| SUB-TOTAL                     | 20,6        |
| 7 <sup>a</sup> Extração: NaOH | 12,0        |
| 8 <sup>a</sup> Extração: NaOH | 2,6         |
| 9 <sup>a</sup> Extração: NaOH | -           |
| SUB-TOTAL                     | 14,6        |
| TOTAL EXTRAÍDO                | 66,8        |

Média de 2 determinações.

TABELA 21: Efeito de diferentes solventes na extração da proteína da FDAB, utilizando-se extrações isoladas.

| SOLVENTE                      | %N EXTRAÍDO |
|-------------------------------|-------------|
| 1 <sup>a</sup> Extração: NaOH | 62,7        |
| 2 <sup>a</sup> Extração: NaOH | 12,1        |
| 3 <sup>a</sup> Extração: NaOH | 2,5         |
| TOTAL EXTRAÍDO                | 77,3        |
| 1 <sup>a</sup> Extração: NaCl | 37,6        |
| 2 <sup>a</sup> Extração: NaCl | 10,9        |
| 3 <sup>a</sup> Extração: NaCl | 3,8         |
| TOTAL EXTRAÍDO                | 52,3        |
| 1 <sup>a</sup> Extração: água | 17,2        |
| 2 <sup>a</sup> Extração: água | 5,5         |
| 3 <sup>a</sup> Extração: água | 3,1         |
| TOTAL EXTRAÍDO                | 25,8        |

Média de 2 determinações

#### 7 - Efeito do pH na precipitação da proteína da FDAB.

O objetivo do estudo foi apresentar as condições ideais de extração para obtenção de um concentrado proteico da FDAB. O estudo apresentou como pH de máxima precipitação o pH 4,5 e a curva está representada na figura 5. Estudo semelhante foi realizado por Ventura (1955) que obteve uma precipitação máxima a pH 4,89.

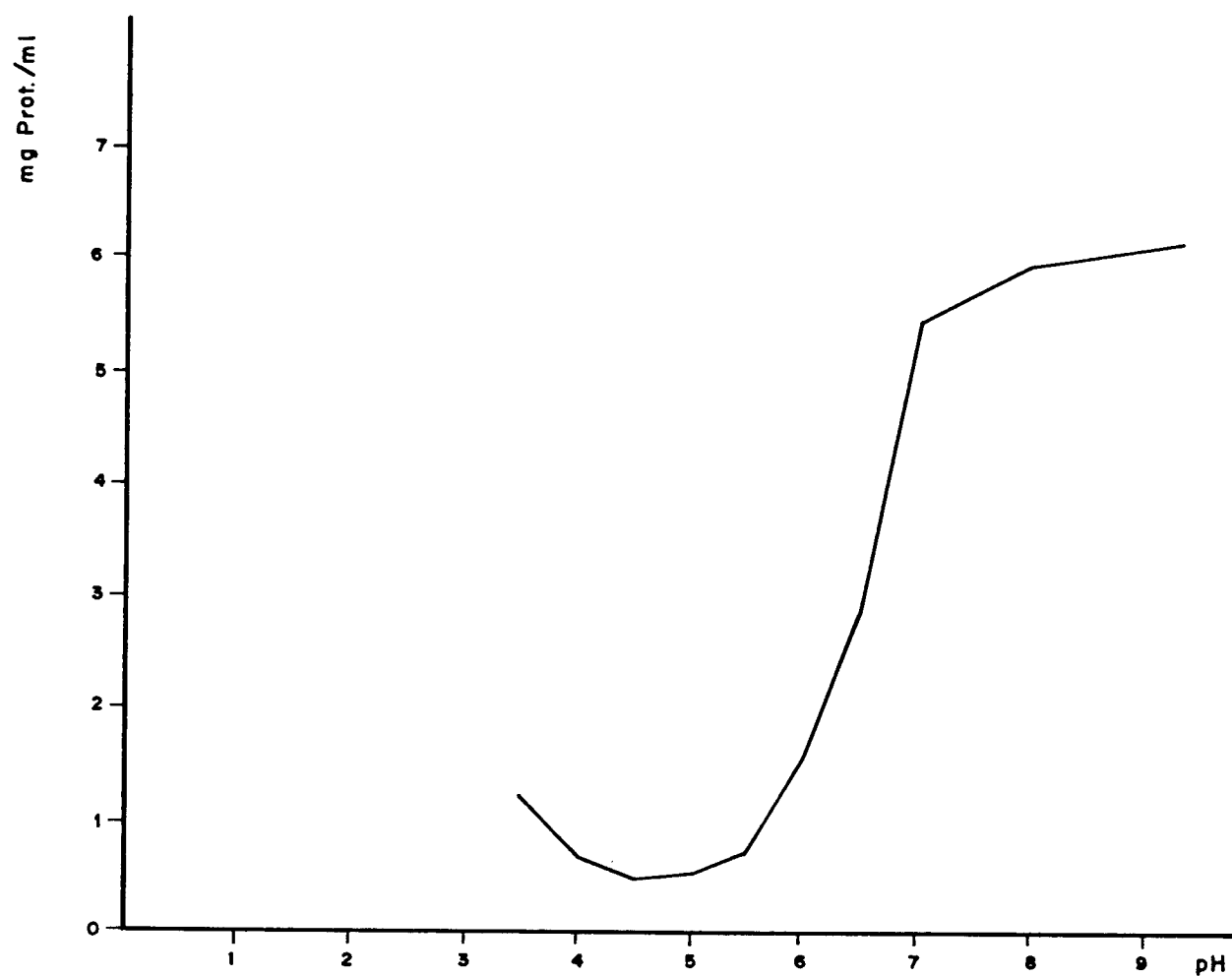


FIGURA 5 : EFEITO DO pH NA PRECIPITAÇÃO DA PROTEÍNA DA FDAB



8 - Eletroforese de disco em gel de poliacrilamida das frações albumina, globulina e glutelina da FDAB.

Ventura e Hollanda Lima (1958), realizando estudos eletroforéticos, por eletroforese em papel, das proteínas da amêndoa de babaçu, em extratos salinos totais, detectaram sete componentes. Em nosso estudo contido na figura 6, mostramos a representação eletroforética das frações albumina, globulina e glutelina, com as mobilidades relativas dos diferentes componentes de cada fração.

Em gel com a concentração de 7,5% foram aplicados 157 µg da fração albumina que apresentou 10 bandas. Das frações globulina e glutelina foram aplicados 185 e 450 µg em gel com a concentração de 9% e obtivemos 11 e 1 componentes, respectivamente. Notamos migração coincidente de alguns componentes: o de número 6 da albumina com o de número 8 da globulina.

9 - Estudo do efeito da celulase de *Aspergillus niger* na extração das proteínas da FDAB.

O objetivo do ensaio foi verificar a hipótese de um impedimento celulósico à extração das proteínas da FDAB.

A tabela 22 apresenta o resultado deste estudo e mostra que para as diferentes concentrações da enzima e para todas as quantidades de amostra ensaiadas a ação da enzima foi efetiva, comprovando assim, a existência de material celulósico impedindo a liberação dos componentes nitrogenados.

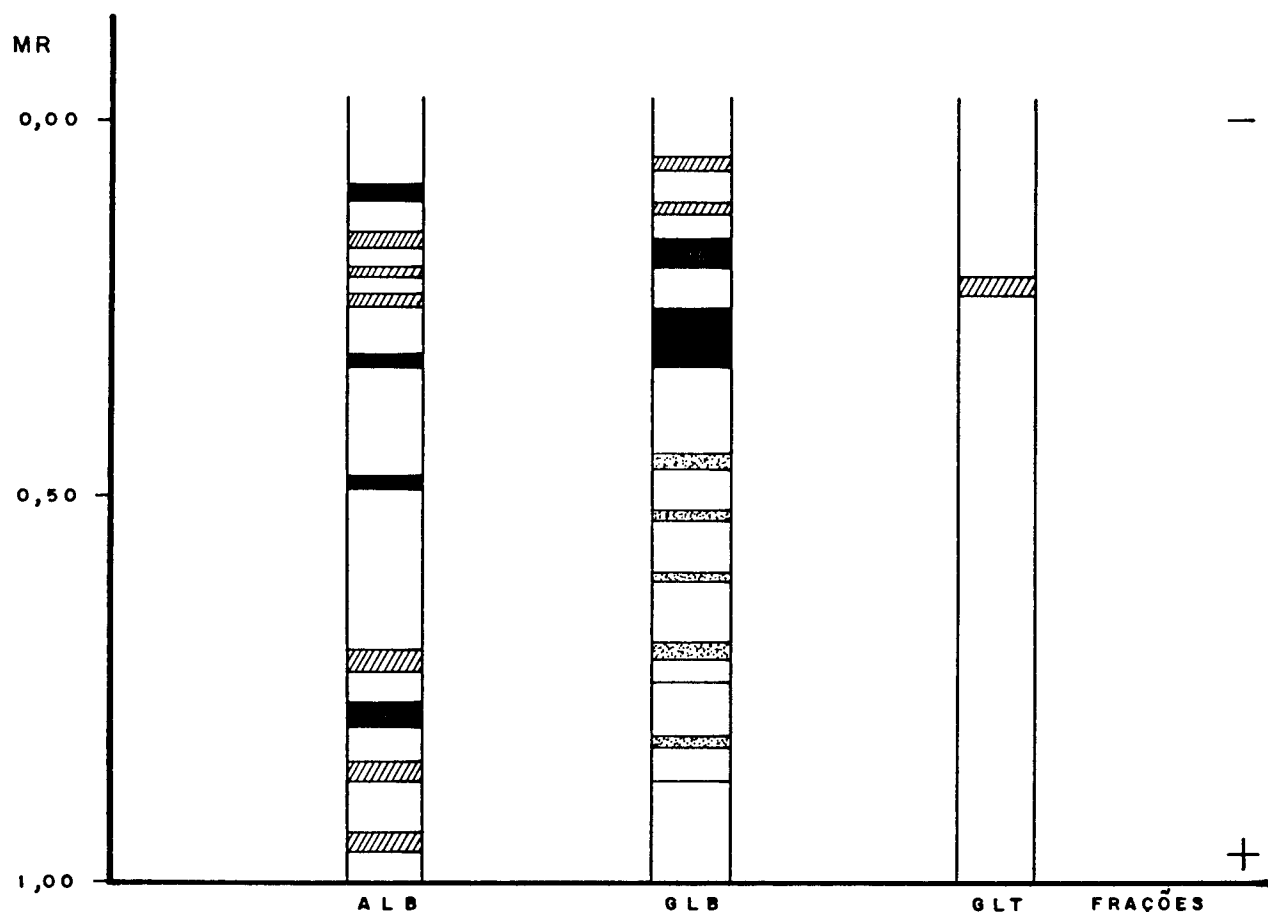


FIGURA 6: REPRESENTAÇÃO ELETROFORÉTICA DAS FRAÇÕES ALBUMINA, GLOBULINA, GLUTELINA DA FDAB.

MR= MOBILIDADE RELATIVA EM FUNÇÃO DO AZUL DE BOMOFENOL.

DENSO
  MÉDIO
  FRACO
  MUITO FRACO

TABELA 22: Ação da celulase de *Aspergillus niger* na liberação da proteína da FDAB.

| QUANTIDADE DA AMOSTRA (mg) | CONC. DA ENZIMA QUE APRESENTOU MAIOR EFEITO (%) | % DE EXTRAÇÃO OBTIDA COM A AÇÃO DA ENZIMA |
|----------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 250                        | 0,25                                            | 77,9                                      |
| 500                        | 0,25                                            | 64,8                                      |
| 750                        | 0,50                                            | 64,2                                      |
| 1000                       | 0,50                                            | 45,7                                      |

10 - Composição em aminoácidos da FDAB e das frações proteicas isoladas.

O resultado das análises de conteúdo de aminoácidos da FDAB e das frações albumina, globulina e glutelina, estão expressos na tabela 23. Na análise dos aminogramas apresentados, observamos um melhor balanceamento de aminoácidos da proteína total do que o apresentado pelas frações isoladas. Os valores obtidos para os aminoácidos essenciais foram quase sempre superiores na proteína total da farinha, com exceção dos valores dos aminoácidos fenilalanina e cistina presentes em maior quantidade nas frações globulina e albumina, respectivamente. Em todos os aminogramas o ácido glutâmico foi o aminoácido presente em maior proporção seguida arginina e ácido aspártico. Os valores de cistina foram os mais baixos para a proteína total e para as frações globulina e glutelina.

No cálculo do score químico para a determinação dos aminoácidos limitantes, tendo como proteína referência o padrão da

FAO/73, obteve-se como aminoácidos limitantes para a proteína total da FDAB a lisina e a treonina, com 78,4 e 87,7% com relação ao padrão, respectivamente. Para a fração albumina, leucina e isoleucina foram os aminoácidos limitantes. A fração globulina indicou Met+Cis e treonina apresentando um bom balanceamento aminoácídico. A fração glutelina apresentou os mesmos aminoácidos limitantes da proteína total, o que se explica por esta fração representar a maior fração proteica da FDAB.

TABELA 23: Composição em aminoácidos da FDAB e das frações proteicas isoladas. (g a.a./16gN)

| AMINOÁCIDOS   | FDAB* | ALBUMINA | GLOBULINA | GLUTELINA |
|---------------|-------|----------|-----------|-----------|
| Lisina        | 4,31  | 5,66     | 4,65      | 3,32      |
| Histidina     | 4,57  | 1,77     | 3,00      | 1,75      |
| Arginina      | 13,00 | 20,87    | 15,60     | 15,43     |
| Ác. Aspártico | 11,03 | 5,26     | 10,02     | 9,15      |
| Treonina      | 3,51  | 1,51     | 3,05      | 3,11      |
| Serina        | 4,91  | 2,27     | 4,97      | 5,11      |
| Ác. Glutâmico | 26,50 | 36,81    | 23,31     | 20,93     |
| Prolina       | 4,31  | 3,03     | 3,48      | 3,31      |
| Glicina       | 5,10  | 4,53     | 5,28      | 4,48      |
| Alamina       | 4,77  | 1,84     | 4,65      | 4,22      |
| Cistina       | 1,16  | 3,78     | 0,50      | 0,96      |
| Valina        | 6,24  | 1,94     | 5,98      | 4,99      |
| Metionina     | 2,54  | 1,47     | 1,91      | 2,57      |
| Isoleucina    | 4,01  | 1,24     | 3,38      | 3,40      |
| Leucina       | 7,93  | 1,15     | 7,36      | 6,80      |
| Tirosina      | 2,34  | 2,40     | 2,32      | 2,97      |
| Fenilalanina  | 5,38  | 2,09     | 6,21      | 4,65      |

\* FDAB - Farinha desengordurada de amêndoa de babaçu.

A tabela 24 traz dados de aminogramas da proteína de feijão, soja e FDAB. Pelos resultados notamos que a diferença mais significativa no conteúdo de aminoácidos da FDAB com relação aos demais produtos está no aminoácido lisina para menos e no ácido glutâmico para mais, havendo um equilíbrio quanto aos demais aminoácidos. Comparando os resultados dos aminogramas do Tucum (*Astrocaryum Vulgare*, Mart.), da família das palmáceas, Castelo Branco (1976) com o da FDAB, contidos na tabela 25, notamos a superioridade da segunda tanto no que diz respeito a conteúdo de aminoácidos, como quanto ao seu balanceamento.

## 11 - Avaliação Nutricional

Os resultados da determinação da qualidade proteica da FDAB estão expressos na tabela 26 e figuras 7 e 8. A avaliação nutricional foi feita pelo método NPR, Net Protein Ratio, (Bender & Doell, 1957).

As suplementações com os aminoácidos lisina e treonina foram feitas baseadas no aminograma (tabela 23) da FDAB. Comparando-se as necessidades de aminoácidos de ratos em crescimento com o conteúdo de aminoácidos da dieta de FDAB, através dos dados contidos na tabela 27, obtivemos como aminoácidos mais limitantes: a lisina cobrindo somente 44,2% das necessidades do animal (rato), seguido dos sulfurados que apresentaram a valor de 56,25% e treonina em 3º lugar com 64,1%. Os ratos submetidos às dietas de FDAB suplementadas não apresentaram ganho de peso significativo quando comparadas a dieta de FDAB pura, este fato, talvez seja devido aos aminoácidos sulfurados não considerados limitantes quando calculados em relação a proteína da FAO/73.

Os valores de NPR e Difestibilidade aparente apresentados para a FDAB foram inferiores ao da proteína padrão caseína.

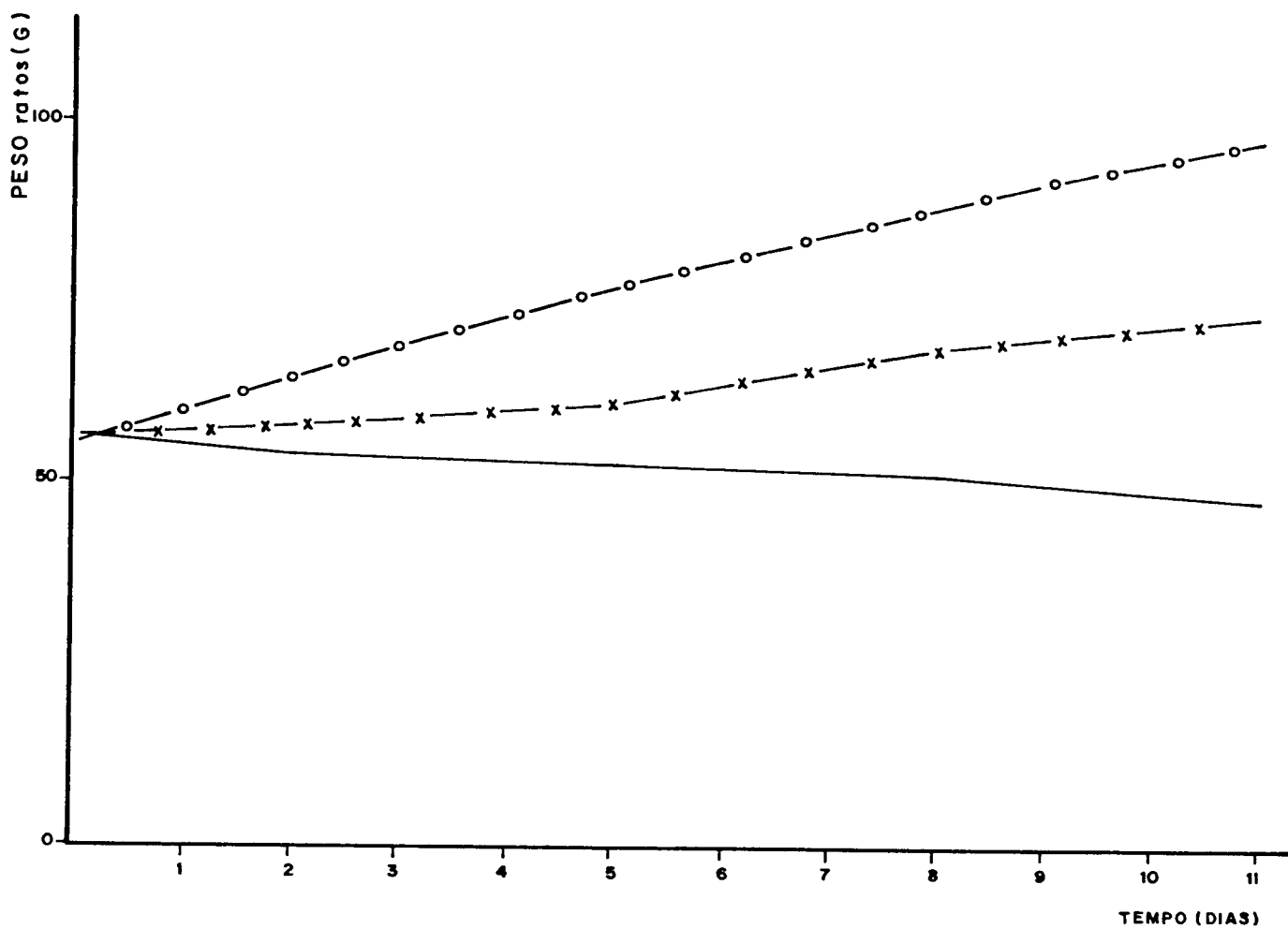
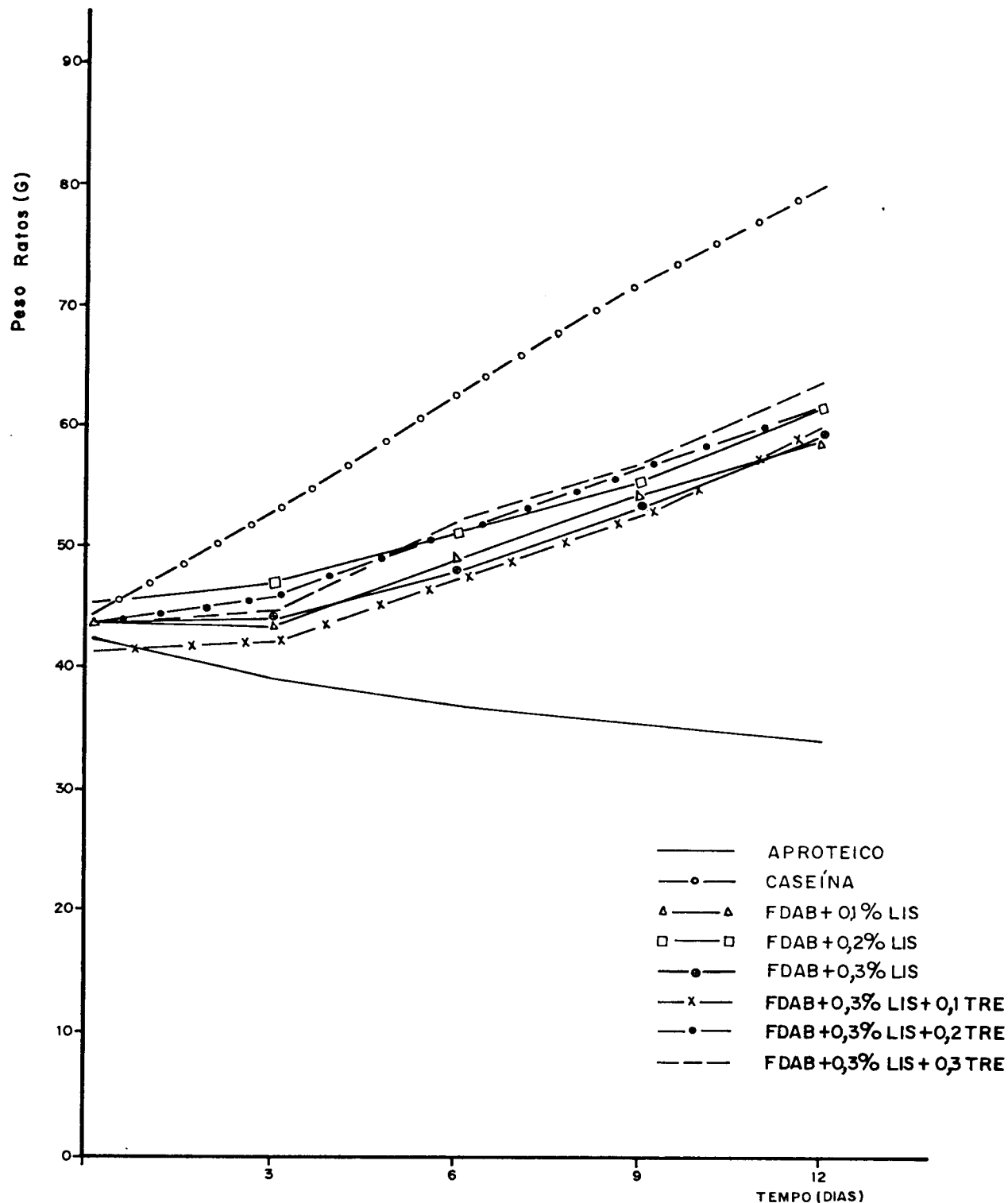


FIGURA 7: CURVA DE CRESCIMENTO DOS RATOS SUBMETIDOS A DIETAS DE CASEÍNA, FDAB E DIETA APROTEICA.

— APROTEICO  
 —x— FDAB  
 —o— CASEÍNA

5176/BC1



**FIGURA 8 :** CURVA DE CRESCIMENTO DOS RATOS SUBMETIDOS A DIETAS DE CASEÍNA, FDAB, +0,1% LIS, FDAB +0,2% LIS, FDAB+0,3% LIS, FDAB +0,3% LIS+0,1% TRE, FDAB +0,3% LIS+0,2% TRE E FDAB +0,3% LIS+0,3% TRE



Comparando os dados contidos nas tabelas 26 e 28, observamos que para o tratamento com o aminoácido L-Lisina, as diferenças de ganho de peso e valores de NPR não foram significativas nos diferentes níveis de suplementação indicando com isso que 0,1% foi suficiente para suprir as deficiências da dieta, com relação ao referido aminoácido.

O mesmo tipo de análise cabe ao tratamento com o aminoácido D-L-Treonina.

Analisando os dois tratamentos (L-Lisina e D-L-Treonina) observamos que o efeito médio da D-L-Treonina foi superior ao efeito médio da L-Lisina ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 24: Composição em aminoácidos da FDAB, Feijão e Soja.  
(g a.a./16gN)

| AMINOÁCIDOS   | FDAB* | FEIJÃO<br>( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) | SOJA<br>( <i>Glycine hispida</i> Max.) |
|---------------|-------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| Isoleucina    | 4,01  | 4,19                                    | 4,54                                   |
| Leucina       | 7,93  | 7,62                                    | 7,78                                   |
| Lisina        | 4,31  | 7,20                                    | 6,38                                   |
| Metionina     | 2,54  | 1,06                                    | 1,26                                   |
| Cistina       | 1,16  | 0,85                                    | 1,33                                   |
| AA-sulfurados | 3,70  | 1,91                                    | 2,59                                   |
| Fenilalanina  | 5,38  | 5,22                                    | 4,94                                   |
| Tirosina      | 2,34  | 2,53                                    | 3,14                                   |
| AA-aromáticos | 7,72  | 7,75                                    | 8,08                                   |
| Treonina      | 3,51  | 3,97                                    | 3,86                                   |
| Valina        | 6,24  | 4,59                                    | 4,80                                   |
| Arginina      | 13,00 | 5,68                                    | 7,23                                   |
| Histidina     | 4,57  | 2,83                                    | 2,53                                   |
| Alanina       | 4,77  | 4,19                                    | 4,26                                   |
| Ác. aspártico | 11,03 | 11,97                                   | 11,70                                  |
| Ác. glutâmico | 26,50 | 14,78                                   | 18,70                                  |
| Glicina       | 5,10  | 3,79                                    | 4,18                                   |
| Prolina       | 4,31  | 3,57                                    | 5,49                                   |
| Serina        | 4,91  | 5,55                                    | 5,12                                   |

\* Dados obtidos no trabalho.

TABELA 25: Composição em aminoácidos da FDAB e Tucum.  
(g a.a./16gN)

| AMINOÁCIDOS   | FDAB* | TUCUM**<br>( <i>Astrocaryum vulgare</i> ) |
|---------------|-------|-------------------------------------------|
| Ac. Aspártico | 11,03 | 7,87                                      |
| Treonina      | 3,51  | 2,99                                      |
| Serina        | 4,91  | 3,13                                      |
| Ac. Glutâmico | 26,50 | 22,66                                     |
| Prolina       | 4,31  | 3,48                                      |
| Glicina       | 5,10  | 3,95                                      |
| Alanina       | 4,77  | 2,94                                      |
| Cistina       | 1,16  | traços                                    |
| Valina        | 6,24  | 5,83                                      |
| Metionina     | 2,54  | 1,71                                      |
| Isoleucina    | 4,01  | 2,58                                      |
| Leucina       | 7,93  | 5,18                                      |
| Tirosina      | 2,34  | 2,73                                      |
| Fenilalanina  | 5,38  | 3,52                                      |
| Histidina     | 4,57  | traços                                    |
| Lisina        | 4,31  | 3,14                                      |
| Arginina      | 13,00 | 12,96                                     |

\* Dados obtidos no trabalho.

\*\* Castelo Branco (1976).

TABELA 26: Avaliação nutricional da FDAB pura e suplementada com parados com o padrão caseína.

| AMOSTRA                            | NPR  | DIGESTIBILIDADE (%) |
|------------------------------------|------|---------------------|
| FDAB                               | 2,40 | 61,9                |
| FDAB + 0,1% Lisina                 | 2,47 | 65,4                |
| FDAB + 0,2% Lisina                 | 2,28 | 66,8                |
| FDAB + 0,3% Lisina                 | 2,46 | 67,9                |
| FDAB + 0,3% Lisina + 0,1% Treonina | 2,95 | 64,5                |
| FDAB + 0,3% Lisina + 0,2% Treonina | 2,76 | 71,2                |
| FDAB + 0,3% Lisina + 0,3% Treonina | 2,72 | 64,3                |
| Caseína                            | 3,78 | 91,0                |

TABELA 27: Conteúdo de aminoácidos essenciais para o rato na die  
ta de FDAB.

| AMINOÁCIDOS | NECESSIDADE DO<br>RATO % NA DIETA<br>(A) | FDAB - 9,73% Prot.<br>NA DIETA |
|-------------|------------------------------------------|--------------------------------|
| Arginina    | 0,64                                     | 1,26                           |
| Histidina   | 0,32                                     | 0,44                           |
| Isoleucina  | 0,58                                     | 0,39                           |
| Leucina     | 0,79                                     | 0,77                           |
| Lisina      | 0,95                                     | 0,42                           |
| Met + Cis   | 0,64                                     | 0,36                           |
| Fen + Tir   | 0,85                                     | 0,75                           |
| Valina      | 0,64                                     | 0,61                           |
| Triptofano  | 0,16                                     | -                              |

(A) Considerando-se 95% de matéria seca (Nutrient Requeriments of Domestic Animals, 1972).

TABELA 28: Ganho médio de peso dos ratos submetidos a dietas contendo FDAB, FDAB suplementada com lisina e treonina, comparados com a dieta padrão caseína.

| AMOSTRA                    | GANHO DE PESO (g) |
|----------------------------|-------------------|
| Caseína                    | 33,16             |
| FDAB                       | 17,87             |
| FDAB + 0,1% LIS            | 13,83             |
| FDAB + 0,2% LIS            | 13,66             |
| FDAB + 0,3% LIS            | 14,33             |
| FDAB + 0,3% LIS + 0,1% TRE | 16,50             |
| FDAB + 0,3% LIS + 0,2% TRE | 15,91             |
| FDAB + 0,3% LIS + 0,3% TRE | 18,87             |
| Aproteico                  |                   |

FDAB: Farinha Desengordurada de Amendoa de Babaçu

LIS : L-Lisina

TRE : D-L-Treonina

Os valores apresentam a média de ganho de peso de 6 ratos (12 dias)

12 - Avaliação nutricional da FDAB utilizando larvas de *Chrysomya chloropyga*.

Neste ensaio foram usadas dietas de FDAB nos níveis de 2 e 4% de proteína suplementadas com os aminoácidos L-Lisina e D-L-Treonina, obedecendo os mesmos níveis utilizados no experimento com os ratos. Dietas de caseína nos níveis de 2 e 4% de proteína também foram avaliadas. Durante o estudo um grupo padrão em carcaça foi usado como referência.

Devido ao alto poder higroscópico da FDAB só foi possível a utilização dos níveis de 2 e 4% de proteína na dieta, uma vez que a mesma deve conter um mínimo de 60% de água para ser consumida por larvas de moscas. Este fato impediu uma comparação direta com o teste biológico NPR, que utiliza níveis de 10%.

As figuras 9 e 10 apresentam a curva de crescimento das larvas submetidas a dietas de: carcaça (considerada padrão), 2% de caseína, 2% de proteína de FDAB, 4% de caseína e 4% de proteína de FDAB. No estudo comparativo das dietas de caseína e FDAB nos níveis de 2 e 4% de proteína, após 80 horas, obtivemos porcentagens de ganho de peso com relação à carcaça, de 19,2 e 43,9% para caseína e 28,8 e 69,4% para FDAB. Os dados obtidos para 2% de caseína estão de acordo com os resultados fornecidos por Leal (1980). Com relação ao nível de 4% obtivemos resultados semelhantes até 92 horas de ensaio. A partir daí, até 123 horas (fim do experimento), observamos ganho de peso sempre crescente enquanto que Leal (1980), obteve declínio de curva de crescimento.

A tabela 29 apresenta o ganho de peso das larvas de *C. chloropyga* submetidas as diferentes dietas e porcentagem de crescimento relativos à carcaça, em aproximadamente 80 horas de experimento.

Podemos observar que o ganho de peso das larvas em die

tas suplementadas com L-Lisina ao nível de 2% de proteína da FDAB, demonstra que 0,1% do aminoácido foi suficiente para alcançar o nível requerido pela larva. Suplementação com L-Lisina + D-L-Treonina também ao nível de 2% de proteína, apresentou a 0,3% dos dois aminoácidos um ganho de peso médio mais alto correspondendo a 69,4% do crescimento com relação à carcaça.

Com as dietas a 4% de proteína de FDAB suplementadas dos aminoácidos L-Lisina e D-L-Treonina, as larvas não apresentaram um aproveitamento adequado, fato este talvez explicado pela quantidade de FDAB necessária para fornecer o nível proteico, que diminuiu consideravelmente a disponibilidade de água requerida para fornecer a característica semi-sólida da dieta e consequentemente interferiu no aproveitamento dos demais nutrientes.



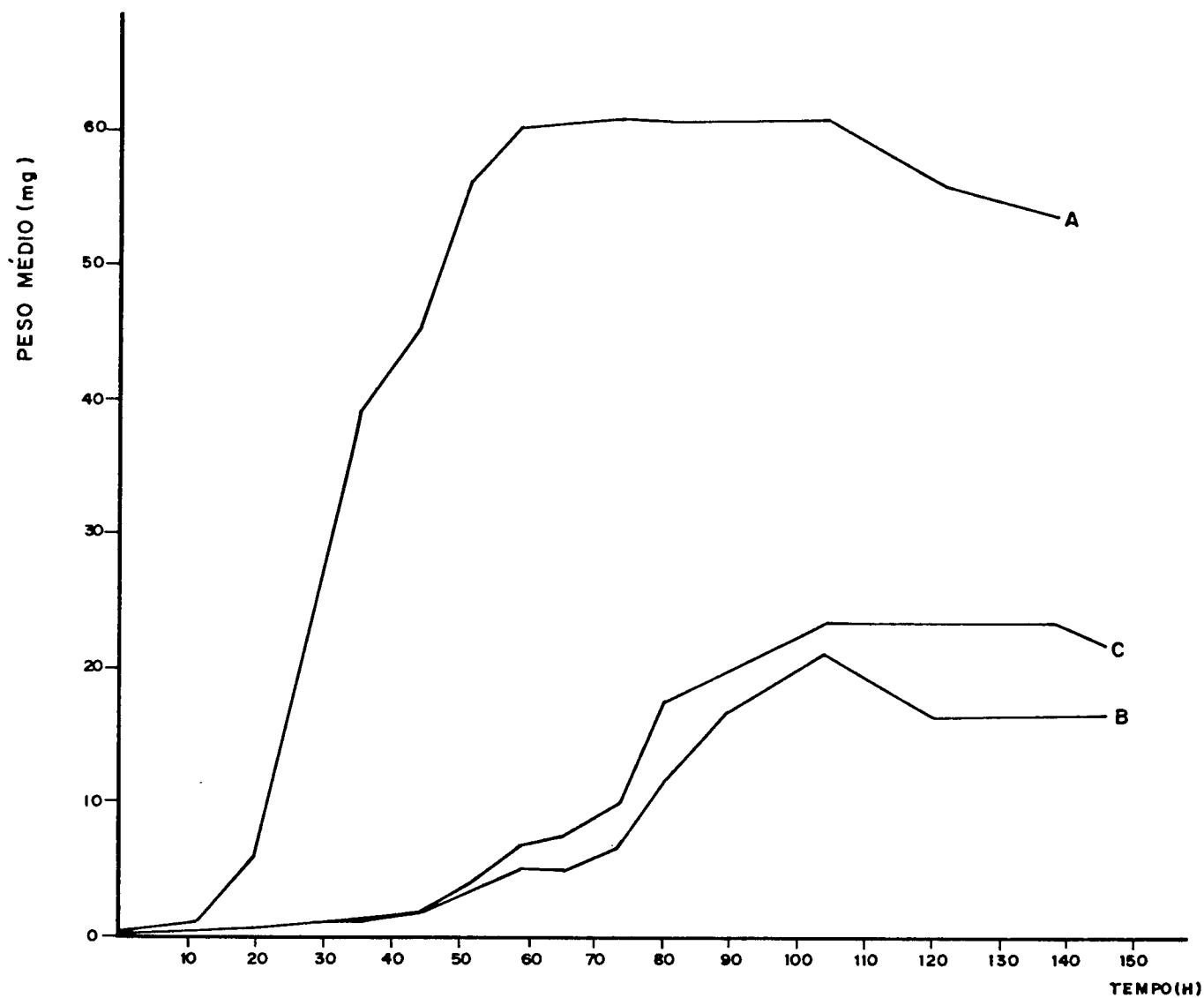


FIGURA 9: CURVA DE CRESCIMENTO DE LARVAS DE C. CHLOROPYGA SUBMETIDAS A DIETAS DE: A - CARCAÇA, B - CASEÍNA 2%, C - FDAB 2 %

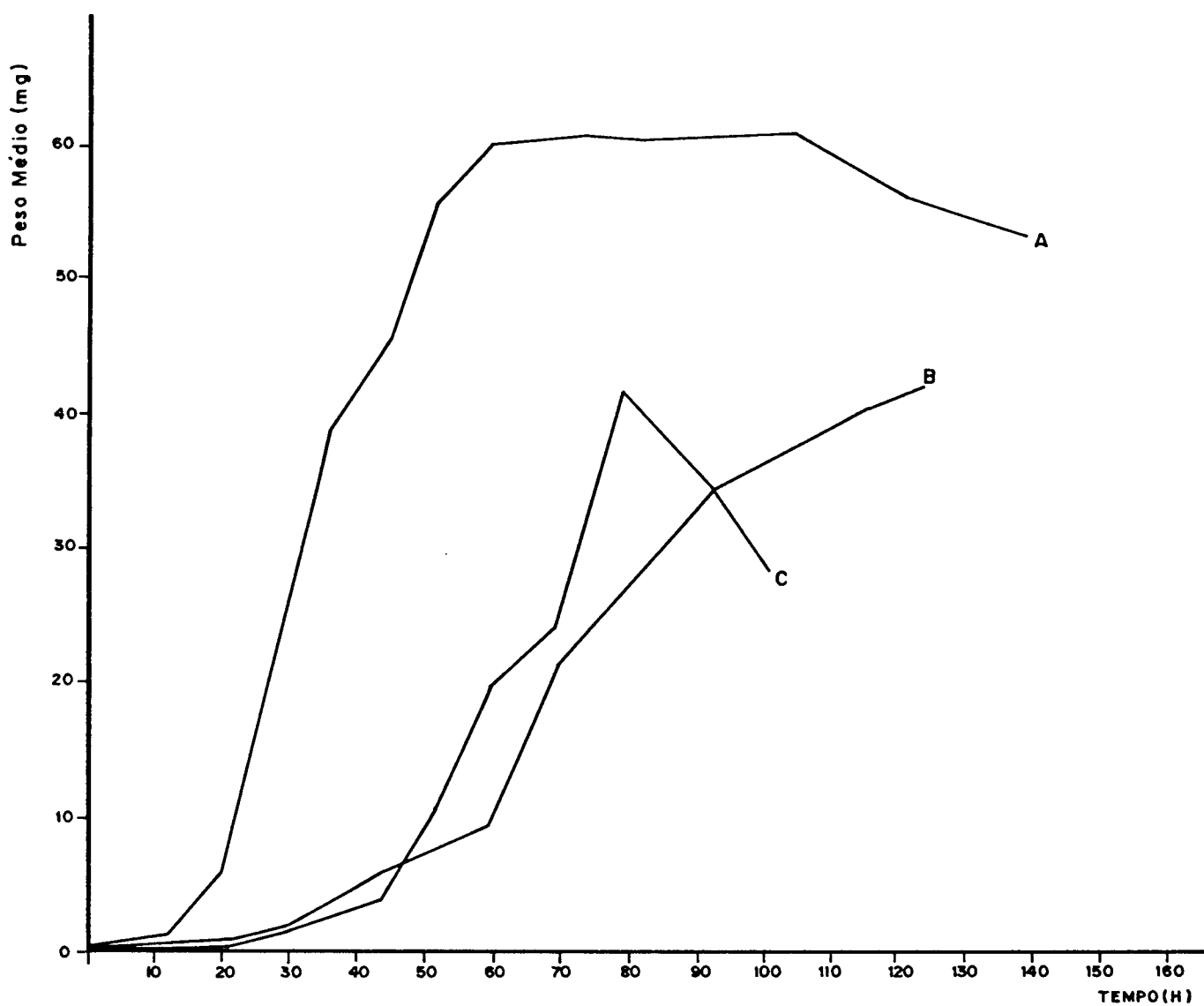


FIGURA 10 : CURVA DE CRESCIMENTO DE LARVAS DE C. CHLOROPYGA SUBMETIDAS A DIETAS DE:

A - CARCAÇA

B - CASEÍNA 4 %

C - FDAB 4 %

TABELA 29: Peso médio ganho pelas larvas de *C. chloropyga* quando submetidas às diferentes dietas e porcentagem de crescimento relativos à carcaça, em aproximadamente 80 horas de experimento.

| AMOSTRA                       | TEMPO (h) | PESO MÉDIO (mg) | % CRESCIMENTO |
|-------------------------------|-----------|-----------------|---------------|
| Carcaça                       | 80,0      | 60,5            | 100,0         |
| 2% FDAB                       | 80,0      | 17,4            | 28,8          |
| 2% Caseína                    | 80,0      | 11,6            | 19,2          |
| 2% FDAB + 0,1% LIS            | 80,0      | 28,5            | 47,1          |
| 2% FDAB + 0,2% LIS            | 80,0      | 27,8            | 45,9          |
| 2% FDAB + 0,3% LIS            | 80,0      | 28,6            | 47,3          |
| 2% FDAB + 0,3% LIS + 0,1% TRE | 78,5      | 26,2            | 43,3          |
| 2% FDAB + 0,3% LIS + 0,2% TRE | 78,5      | 26,7            | 44,1          |
| 2% FDAB + 0,3% LIS + 0,3% TRE | 78,5      | 42,0            | 69,4          |
| 4% FDAB                       | 78,5      | 42,0            | 69,4          |
| 4% Caseína                    | 78,5      | 26,6            | 43,9          |
| 4% FDAB + 0,1% LIS            | 78,5      | 34,6            | 57,1          |
| 4% FDAB + 0,2% LIS            | 78,5      | 43,7            | 72,2          |
| 4% FDAB + 0,3% LIS            | 78,5      | 39,9            | 65,9          |
| 4% FDAB + 0,3% LIS + 0,1% TRE | 78,5      | 44,3            | 73,2          |
| 4% FDAB + 0,3% LIS + 0,2% TRE | 78,5      | 31,6            | 52,2          |
| 4% FDAB + 0,3% LIS + 0,3% TRE | 72,0      | 35,8            | 59,2          |

FDAB: farinha desengordurada de amêndoa de babaçu

LIS : L-Lisina

TRE : D-L-Treonina

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo nos permitem as seguintes conclusões:

- a) a farinha desengordurada de amêndoa de babaçu apresentou em seu fracionamento, como principal fração a glutelina, indicando um baixo valor nutricional, muito embora a determinação da composição em aminoácidos da farinha pura nos tenha revelado um bom balanço aminoacídico.
- b) o estudo eletroforético em gel de poliacrilamida demonstrou a presença de 10 componentes para a função albumina, 11 para a globulina e 1 para a glutelina.
- c) o emprego da celulase melhorou a extração das proteínas da FDAB, sugerindo algum impedimento de natureza celulósica no processo de solubilização das proteínas.
- d) a avaliação nutricional pelo método NPR apresentou o valor de 2,3 e uma digestibilidade aparente de 61,9%. indicando ser a proteína da amêndoa de babaçu significativamente inferior a caseína, no que diz respeito à capacidade de promover crescimento em ratos. Este fato talvez esteja relacionado com o alto conteúdo de fibra presente nas dietas de FDAB.
- e) na avaliação com o uso de larvas de *Chrysomya chloropyga* a proteína da FDAB foi superior a caseína nos níveis de proteínas testados. As dietas suplementadas com os aminoácidos L-Lisina e D-L-Treonina apresentaram ganho de peso superior ao da FDAB pura.

## BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. AOAC. Official Methods of Analysis, 11th, 1970.
- BABAÇU. Cacex, maio, nº 692, Rio de Janeiro, 1980.
- BENDER, A. E. & DOELL, B. H. Biological evaluation of proteins: a new aspect. *Bh. J. Nutr.*, 11:140, 1957.
- \_\_\_\_\_. & MILLER, D. S. New brief method of estimating net protein value. *Biochem. J.*, 53:7, 1953.
- BRAGA, R. *Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará*, 2 ed., Fortaleza, 1960.
- BRESSANI, R. & MERTZ, E.T. IV. Protein and amino acid content of different corn varieties. *Cereal Chemistry*, 35:227-235, 1958.
- BRUST, M. & FRAENKEL, G. The nutrition requirements of the larva of a blowfly, *Phormia regina* (Meig.), *Physiol. Zool.*, 28:186, 1955.
- CAGANPARG, G.B., CRUZ, L.J., ESPIRITU, S.G., SANTIAGO, R.G. & JULIANO, B. O. Studies on the extraction and composition on rice proteins. *Cereal Chemistry*, 43(2): 145, 1966.
- CASTELO BRANCO, C.C. Estudo bromatológico da amendoa de Tucum (*Astrocaryum vulgare*, Mart.). São Paulo, Faculdade de Ciências Farmaceuticas/USP, 1976. (Tese).
- CHAPMAN, R.G. CASTILLO, R. & CAMPBELL, J.A. Evaluation of proteins in foods. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37:679, 1959.

- DAVIS, B. J. Disc eletrophoresis. II. Method and application to human serum proteins. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 121:321, 1964.
- DERSE, P.H. Evaluation of protein quality. (Biological Method). *J. Ass. Offic. Anal. Chem.*, 45:418, 1962.
- DJANG, S.T., LILLEVIK, H.A. & BALL, C.D. Factors affecting solubilization on the nitrogenous constituents of the Mung bean, *Phaseolus aureus*. *Cereal Chemistry*, 30:230, 1953.
- EVANS, J.R. & KERR, M.H. Extraction and precipitation of nitrogenous constituents of dry Navy beans (*Phaseolus vulgaris*). *Agric. and Food Chem.*, 11(1): 26-29, 1963.
- FAO/WHO. Technical Bulletin nº 522 - 1973.
- GHEYASUDDIN, S. CATER, C.M. & MATTIL, K.F. Effect of several variables on the extractability of sunflower seed proteins. *J. of Food Sci.*, 35:453, 1970.
- GONSALVES, A.D. O babaçu. Série Estudos e Ensaio nº 8. Ministério da Agricultura, 1955.
- HEGSTED, D.M., MILLS, R.C., ELVEHJEM, C.A. & HART, E.B. Hegsted salt mixture. *J. Biol. Chem.*, 138:459, 1941.
- LAYNE, E. Spectrophotometric and turbidimetric methods for measuring proteins. IN: *Methods in Enzymology*, vol. III, ed. by S.P. Colowick and N.O. Kaplan. Academic Press, New York, 1957.
- LEAL, T.T.S. Estudos para o desenvolvimento de novo método de avaliação de qualidade proteica utilizando larvas de *Chrysomya chloropyga* (WIEDMANN). Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola/UNICAMP, 1980. (Tese).

- \_\_\_\_\_. PRADO, A.P. & ANTUNES, A.J. Rearing the larvae of the blowfly *C. chloropyga* (WIEDMANN) on oligidic diets. (Diptera, Calliphoridae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 1:41-44, 1982.
- LECLERQ, J. & DeBAST, D. Project d'utilisation des larves de *Tenebrio molitor* pour comparer le valeur nutritive des protéines. *Ann. Nutr. Alim.*, 19:18, 1965.
- LUND, A.P. & SANDSTRON, W.M. The proteins of various tree seeds. *J. of Agr. Research*, 66(9): 349, 1943.
- MERTZ, E.T. & BRESSANI, R. Studies on corn proteins. I. A new method of extraction. *Cereal Chemistry*, 34:63, 1957.
- MERTZ, E. T. Studies on corn proteins. IV. Protein and amino acid content of different varieties. *Cereal Chemistry*, 35:227, 1958.
- MITCHELL, H.H. A method of determining the biological value of protein. *J. Biol. Chem.*, 58:873, 1923.
- NBC. Nutricional Biochemicals Corporation of INC life Sciences Group-Diet Catalog, 1977/78.
- O BABAÇU. Sec. Ind. e Com. Governo do Estado do Piauí, maio, Teresina, 1977.
- OSBORNE, T. B. *The proteins of wheat kernel*. Whashington, Carnegie Inst., 1907.
- \_\_\_\_\_. MENDEL, L.B. & FERRY, E.L. A method of expressing numerically the growthpromoting value of proteins. *J. Biol. Chem.*, 37:223, 1919.
- PATTON, P.L. Insect nutrition. IN: *Introductory insect physiology*, Philadelphia, W.B. Saunders, 1963.

- POMERANZ, Y. Isolation of proteins from plant material. *J. Food Sci.* 30:823, 1965.
- PROCEDURES MANUAL 120-PM-1. Palo Alto, Spinco Division of Beckman Instruments, 1970.
- ROSOMER, W.S. *The science of entomology*. New York, McMillan, 1973.
- ROSENTHAL, F.R.T. Considerações sobre o projeto integrado de babaçu. *Inf. INT.*, 9(11): 22-9, 1976.
- \_\_\_\_\_. Matéria prima para fabricação de álcool. O babaçu. *Inf. INT.* 9(14): 29-40, 1977.
- SANSON, A.S., KHAUND, R.N., CATER, C.M. & MATTIL, K.F. Extractability of coconut proteins. *J. of Food Sci.*, 36:725, 1971.
- SMITH, C.R., EARLE, F.R. & WOLFF, I.A. Comparison of solubility characteristics of selected seed proteins. *Agr. and Food Chem.*, 7(2): 133, 1959.
- SOARES, L.A.N.G. Babaçu: Industrialização total. *OPEMA*, 9(24): 6-10, 1979.
- SPACKMAN, D.H., STEIN, W.H. & MOORE, S. Automatic apparatus for use in the chromatography amino acids. *Anal. Chem.*, 30:1190 , 1958.
- VAN DE KAMER, J.H. & VAN JUNKEL, L. Rapid determination of the crude fiber in cereals. *Cereal Chemistry*, 29:239, 1952.
- VENTURA, M. M. Solubilização dos constituintes nitrogenados da amêndoa de babaçu. (*Orbignya Martiana* Barb. Rodr.). *Oyton*, 5 (2): 107-114, 1955.



- \_\_\_\_\_. HOLLANDA LIMA, L. Proteínas da amêndoa de babaçu. (*Orbignya Martiana* Barb. Rodr.). III. Estudo eletroforético em papel. *Oyton*, 11(1): 15-21, 1958.
- VILLELA, G. G., BACILA, M. & TASTALDI, H. *Técnicas e experimentos de bioquímica*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1973.
- WILHEMS, C. Babaçu, riqueza inexplorada. Banco do Brasil S.A./Inst. Nac, de Óleos. 1964.

## APÊNDICE A

Dados utilizados na análise estatística para medir o efeito dos diversos tratamentos na avaliação nutricional da farinha desengordurada de amêndoa de babaçu pelo método do NPR.

| TRATAMENTO                 | PESO INICIAL (g) | RAÇÃO CONSUMIDA (g) | NITROGÊNIO CONSUMIDO (g) | PESO GANHO (g) | NÚMERO DE RATOS (1) |
|----------------------------|------------------|---------------------|--------------------------|----------------|---------------------|
| FDAB                       | 55,88            | 113,75              | 1,77                     | 17,88          | 4                   |
| FDAB + 0,1% LIS            | 43,90            | 97,30               | 1,53                     | 15,10          | 5                   |
| FDAB + 0,2% LIS            | 45,25            | 107,00              | 1,76                     | 16,62          | 4                   |
| FDAB + 0,3% LIS            | 43,70            | 94,80               | 1,57                     | 15,50          | 5                   |
| FDAB + 0,3% LIS + 0,1% TRE | 41,50            | 96,50               | 1,46                     | 18,20          | 5                   |
| FDAB + 0,3% LIS + 0,2% TRE | 43,00            | 101,12              | 1,59                     | 18,88          | 4                   |
| FDAB + 0,3% LIS + 0,3% TRE | 43,50            | 103,40              | 1,71                     | 20,40          | 5                   |
| Caseína                    | 44,00            | 114,00              | 1,88                     | 35,80          | 5                   |
| Média Geral                | 44,85            | 103,18              | 1,65                     | 19,96          |                     |
| F                          | 4,26**           | 1,10n.s.            | 1,59n.s.                 | 20,10**        |                     |
| C.V. (%)                   | 9,83             | 15,07               | 15,08                    | 16,66          |                     |

(\*\*) : significativo ao nível de 1% de probabilidade  
n.s. : são significativo ao nível de 5% de probabilidade  
(1) : número de ratos considerados em cada grupo  
FDAB : farinha desengordurada de amêndoa de babaçu  
LIS : L-Lisina  
TRE : D-L-Treonina