USO DE ANÁLISE FÍSICA PARA ESTIMAR A
COMPOSIÇÃO QUÍMICA EM INGREDIENTES PARA RAÇÕES

HENRIQUE DA SILVA PASSOS JUNIOR
Zootecnista

Orientador: PROF. MAX LAZARO VIEIRA BOSE

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz, da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título
de Mestre em Agronomia - área de
Concentração Nutrição Animal e
Pastagens.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Janeiro - 1991

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

Passos Junior, Henrique da Silva
P289u Uso de análise física para estimara composição
química em ingredientes para rações. Piracicaba,
1991.
226p. ilustr.

Diss. (Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Animal doméstico - Nutrição 2. Farelo - Com-
posição - Análise física 3. Ração - Composição - Aná-
lise física 4. Ração - Ingrediente - Composição I.
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Pi-
racicaba.

CDD 636.08557

USO DE ANÁLISE FÍSICA PARA ESTIMAR A
COMPOSIÇÃO QUÍMICA EM INGREDIENTES PARA RAÇÕES

HENRIQUE DA SILVA PASSOS JUNIOR

Aprovada em 25/03/1991

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Máx Lázaro V. Bose
Prof. Dr. Cyro Fulvio Zinsly
Prof. Dr. Wagner Lavezzo

ESALQ/USP
ESALQ/USP
FMVZ/UNESP

Prof. Dr. Máx Lázaro V. Bose
Orientador

À Minha Mãe

Dona Rosaria

OFEREÇO

À minha avó

Olga por tudo

que fez por mim

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Max Lazaro Vieira Bose, pela orientação, incentivo e amizade.

Aos Funcionários do Laboratório Central, Controle de Qualidade e Compras da Purina Nutrimentos Ltda, pela grande colaboração.

À Maria Izalina Ferreira Alves, e Tiemi Matsuo, pela grande colaboração no assessoramento Estatístico.

À Sandra Giovanoni, pelos serviços de digitação.

A Fabiana Moretti e Patrícia Amorin, pela ajuda na digitação e montagem do trabalho.

Aos amigos que sempre me incentivaram e colaboraram direta ou indiretamente com a realização desta pesquisa.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	xvi
RESUMO	xxx
SUMMARY	xxxi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Amostragem	4
2.2. Análises Físicas	7
2.3. Densidade Aparente	12
2.4. Uso da Densidade Aparente Como Avaliação no Controle de Qualidade	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1. Material Estudado	31
3.1.1. Amostragem	31
3.1.2. Procedência dos ingredientes, e forne- cedores	34
3.2. Metodologia	36
3.3. Delineamento Estatístico	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1. Farelo de Algodão	43
4.1.1. Densidade aparente em função da porcen- tagem de adição de casca (tratamentos).	44
4.1.2. Composição química bromatológica em função da variação na "densidade apa- rente"	57

	Página
4.1.2.1. Umidade	57
4.1.2.2. Proteína bruta	64
4.1.2.3. Extrato etéreo	75
4.1.2.4. Fibra bruta	79
4.1.2.5. Matéria mineral	90
4.2. Farelo de Arroz Cru	100
4.2.1. "Densidade Aparente" em função da porcentagem de adição de casca (tratamentos)	100
4.2.2. Composição química bromatológica em função da variação na "densidade aparente"	112
4.2.2.1. Umidade	112
4.2.2.2. Proteína bruta	116
4.2.2.3. Extrato etéreo	123
4.2.2.4. Fibra bruta	130
4.2.2.5. Matéria mineral	137
4.3. Farelo de Soja	145
4.3.1. "Densidade Aparente" em função da porcentagem de adição de casca (tratamentos)	145
4.3.2. Composição química bromatológica em função da variação na "densidade aparente"	158

	Página
4.3.2.1. Umidade	158
4.3.2.2. Proteína bruta	167
4.3.2.3. Extrato etéreo	178
4.3.2.4. Fibra bruta	184
4.3.2.5. Matéria mineral	195
5. CONCLUSÕES	208
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	209
APÊNDICE	216

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Nutrientes que compõem partículas do alimento e respectivas densidades.	13
2 Densidade aparente e umidade de alguns alimentos moídos.	14
3 Influência do valor da "Densidade aparente" sobre o peso da noz, peso da semente, conteúdo de óleo da semente, peso da semente e porcentagem do conteúdo de óleo do peso da noz e conteúdo de óleo como porcentagem do peso da semente em Noz Pecan.	21
4 Coeficiente de regressão da porcentagem de matéria seca sobre a densidade aparente e média da porcentagem de matéria seca e densidade aparente por localização e período de tempo.	22
5 Esquema da análise de variância individual para cada experimento e para cada um dos municípios de origem.	40
6 Esquema da análise da regressão polinomial para os níveis de adição de casca, para os três experimentos e para cada um dos municípios de origem.	41
7 Esquema da análise de regressão linear entre a variável densidade e cada uma das variáveis provenientes da análise química, para cada experimento e para cada um dos municípios de origem. .	42

Tabela		Página
8	Análise da variância para densidade em função da AC no farelo de algodão 40%, em cada local de origem.	45
9	Análise de regressão polinomial para os níveis de AC no farelo de algodão 40%, para a variável densidade, em cada local de origem.	46
10	Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para a densidade aparente do farelo de algodão 40% em função dos níveis de AC, em cada local de origem.	47
11	Médias originais da densidade aparente e médias ajustadas pela equação de regressão polinomial para os níveis AC na densid. do farelo de algodão 40%, em cada local de origem.	54
12	Variação no valor da "densidade aparente" decorrente da adição de 10% de casca de algodão aos farelos nas 6 origens estudadas.	55
13	Análise de regressão linear entre umidade (UM) e "densidade aparente" (densid.) do farelo de algodão 40%, para cada origem.	58
14	Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para a umidade em função da densidade do farelo de algodão 40%, em cada local origem.	62

Tabela	Página
15 Análise de regressão linear entre PB e densid. do farelo de algodão 40%, para cada local de origem.	64
16 Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2), para PB em função da densid. do farelo de algodão 40%, em cada local de origem.	72
17 Valores estimados para a porcentagem de proteína bruta ⁽¹⁾ no farelo de algodão 40% para 2 valores distintos de "densidade aparente" (0,650 e 0,550 g/cm ³) nas origens estudadas.	73
18 Análise de regressão linear entre EE e densid. do farelo de algodão 40%, para cada local de origem.	75
19 Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para extrato etereo em função da "densidade aparente" do farelo de algodão 40%, em cada local de origem.	78
20 Análises de regressão linear entre FB e densid. do farelo de algodão 40%, para cada local de origem.	80
21 Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para fibra bruta em função da densidade aparente do farelo de algodão 40%, para cada local de origem.	87

Tabela	Página
22	Valores estimados para porcentagem de fibra bruta ⁽¹⁾ no farelo de algodão 40% em 2 valores de "densidade aparente" distintas (0,650 e 0,550 g/cm ³) nas 6 origens estudadas. 88
23	Análise de regressão linear entre matéria mineral mineral e densidade aparente do farelo de algodão 40%, para cada local de origem. 90
24	Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R ²) para a matéria mineral em função da "densidade aparente" do farelo de algodão 40% em cada local de origem. 97
25	Valores estimados de porcentagem de matéria mineral ⁽¹⁾ no farelo de algodão 40% em 2 valores distintos de "densidade aparente" (0,650 e 0,550) nas 6 origens estudadas. 98
26	Análise da variância para a densidade aparente (densid.) em função da adição de casca (AC) no farelo de arroz cru, em cada local de origem. .. 101
27	Análise de regressão polinomial para os níveis de AC no farelo de arroz cru, para a variável densid., em cada local de origem. 102
28	Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R ²) para a "densidade aparente" do farelo de arroz cru em função dos níveis de AC, para cada local de origem. 103

Tabela	Página
29 Médias originais e médias ajustadas pela equação de regressão para os níveis de AC no farelo de arroz cru, para a variável densid., em cada local de origem.	109
30 Análise de regressão linear entre umidade (UMD e densidade aparente (densid.) para farelo de arroz cru, para cada município de origem.	112
31 Análises de regressão linear entre proteína bruta (PB) e densidade aparente (Densid.) para farelo de arroz, para cada município de origem. ..	116
32 Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para proteína bruta (PB) em função da densidade do farelo de arroz, nos locais de origem.	121
33 Valores estimados de porcentagem de proteína bruta nos farelos de arroz cru em 2 valores de "densidade aparente" (0,300 e 0,350 g/cm ³) nas origens onde houve significância estatística. ..	122
34 Análises de regressão linear entre FB e densid. do farelo de arroz cru, para cada local de origem.	123
35 Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para extrato etéreo em função da densidade do farelo de arroz cru, em cada local de origem.	128

Tabela	Página
36	Valores estimados de extrato etéreo (EE) nos farelos de arroz cru para 2 valores distintos de "densidade aparente" (densid.) (0,300 e 0,350 g/cm ³). 129
37	Análises de regressão linear entre Fibra Bruta (FB) e "densidade aparente" (densid.) do farelo de arroz cru, para cada local de origem. 131
38	Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R ²) para FB em função da densid. do farelo de arroz cru, para cada local de origem. 136
39	Valores estimados de porcentagem de FB no farelo de arroz cru para 2 valores distintos de "densidade aparente" (0,300 e 0,350 g/cm ³). 137
40	Análise de regressão linear entre MM e densidade do farelo de arroz cru, para cada local de origem. 138
41	Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R ²) para a matéria mineral em função da densidade do farelo de arroz cru, para cada local de origem. 143
42	Análise de variância para a densidade aparente (Densid.) em função da adição de casca (AC) no farelo de soja, em cada local de origem. 146
43	Análise de regressão polinomial para os níveis de AC no farelo de soja, para a variável densid. em cada local de origem. 147

Tabela	Página
44 Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para a densidade aparente (densid.) do farelo de soja em função dos níveis de AC, para cada local de origem.	148
45 Médias originais e médias ajustadas pela equação de regressão polinomial para os níveis de AC no farelo de soja, para a variável densid., em cada local de origem.	156
46 Valores estimados de "densidade aparente" nas 7 origens com 5% de adição de casca de soja nos farelos de soja.	157
47 Análise de regressão linear entre UM e densid., para farelo de soja, para cada origem.	159
48 Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para UM em função da densid., do farelo de soja, em cada local de origem.	165
49 Análise de regressão linear entre proteína bruta (PB) e densidade aparente (Densid.) para farelo de soja, para cada município de origem.	167
50 Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para o PB em função da densid. do farelo de soja, em cada local de origem.	175
51 Valores estimados para porcentagem de proteína bruta no farelo de soja em 2 valores distintos de "densidade aparente" (0,630 e 0,600 g/cm ³). .	176

Tabela	Página
52 Análise de regressão linear entre MM e densid. do farelo de arroz cru, para cada município de origem.	178
53 Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para extrato etéreo em função da densidade aparente do farelo de soja, em cada local de origem.	183
54 Análise de regressão linear entre FB e densid. para farelo de soja, para cada um dos municípios de origem.	185
55 Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para fibra bruta em função da densidade aparente do farelo de soja, para cada local de origem.	193
56 Valores estimados para porcentagem de fibra bruta nos farelos de soja das 7 origens estudadas em 2 valores distintos de "densidade aparente" ($0,630$ e $0,600 \text{ g/cm}^3$).	195
57 Análise de regressão linear entre matéria mineral (MM) e "densidade aparente" (Densid.) para farelo de soja, para cada local de origem.	196
58 Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para a matéria mineral em função da densidade do farelo de soja, em cada local de origem.	204

Tabela	Página
59 Valores estimados para porcentagem de matéria mineral nos farelos de soja das 7 origens em 2 valores de "densidade aparente" (0,591 e 0,723 g/cm ³).	206

APÊNDICE

I Dados obtidos das análises no farelo de algodão 40% nas origens estudadas.	217
II Dados obtidos das análises no farelo de arroz cru nas origens estudadas.	220
III Dados obtidos das análises no farelo de soja nas origens estudadas.	223

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Carroceria de caminhão com sacaria e indicação de pontos para coleta de amostra	5
2	Carroceria de caminhão com carga a granel e indicação dos pontos para coleta de amostra.	6
3	Tipos de "stress" aplicados aos alimentos: (a) compressão, (b) tensão e (c) e (d) seccionamento.	9
4	Influência da textura sobre o valor da densidade aparente.	12
5	Fatores que afetam a densidade aparente nos alimentos sólidos moídos.	15
6	Tipos de poros nas partículas: (a) aglomerado, (b) buraco e (c) esponja.	17
7	Fatores que afetam a atividade de superfície e a coesão das partículas em alimentos sólidos moídos.	18
8	Tipos de fluxo que podem ocorrer em material com alta coesividade em decorrência do desenho do silo.	19
9	Regressão linear da densidade aparente x total de sólidos em batatas, distribuição de dados das amostras de 1962 e 1963 com 95% de limites de confiança.	25

Figura		Página
10	Efeitos do conteúdo de umidade sobre a densidade aparente dos grãos de cereais e de soja.	26
11	Efeito do conteúdo de umidade e peso de embalagem (420, 100 e 10 g) sobre a densidade aparente das amostras de farinha de soja desengordurada..	28
12	Ilustração do esquema de amostragem em carroceria de caminhão para a carga ensacada.	32
13	Ilustração do esquema de amostragem em carga a granel.	33
14	Ilustração do esquema de coleta de amostra em carga a granel, através das espigas.	33
15	Influência da adição de casca (Ac) sobre o valor da "densidade aparente" (densid.) no farelo de algodão 40% da origem M1.	48
16	Influência da adição de casca (Ac) sobre o valor da "densidade aparente" (densid.) no farelo de algodão 40% da origem M2.	49
17	Influência da adição de casca (Ac) sobre o valor da "densidade aparente" (densid.) no farelo de algodão 40% da origem M3.	50
18	Influência da adição de casca (Ac) sobre o valor da "densidade aparente" (densid.) no farelo de algodão 40% da origem M4.	51

Figura		Página
19	Influência da adição de casca (Ac) sobre o valor da "densidade aparente" (densid.) no farelo de algodão 40% da origem M5.	52
20	Influência da adição de casca (Ac) sobre o valor da "densidade aparente" (densid.) no farelo de algodão 40% da origem M7.	53
21	Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de unidade (UM) no farelo de algodão 40% para origem M4.	59
22	Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de unidade (UM) no farelo de algodão 40% para origem M5.	60
23	Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de unidade (UM) no farelo de algodão 40% para origem M7.	61
24	Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de algodão 40% para origem M1.	66
25	Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de algodão 40% para origem M2.	67

Figura	Página
26	Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de algodão 40% para origem M3. 68
27	Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de algodão 40% para origem M4. 69
28	Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de algodão 40% para origem M5. 70
29	Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de algodão 40% para origem M7. 71
30	Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem extrato etéreo (EE) no farelo de algodão 40% para origem M1. 76
31	Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem extrato etéreo (EE) no farelo de algodão 40% para origem M2. 77

Figura		Página
32	Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de algodão 40% para origem M1.	81
33	Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de algodão 40% para origem M2.	82
34	Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de algodão 40% para origem M3.	83
35	Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de algodão 40% para origem M4.	84
36	Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de algodão 40% para origem M5.	85
37	Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de algodão 40% para origem M7.	86
38	Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de algodão 40% para origem M1.	91

Figura	Página
39 Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de algodão 40% para origem M2.	92
40 Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de algodão 40% para origem M3.	93
41 Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de algodão 40% para origem M4.	94
42 Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de algodão 40% para origem M5.	95
43 Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de algodão 40% para origem M7.	96
44 Efeito dos tratamentos (adição de casca - Ac) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de arroz cru para origem M2. ...	104
45 Efeito dos tratamentos (adição de casca - Ac) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de arroz cru para origem M3. ...	105

Figura	Página
46 Efeito dos tratamentos (adição de casca - Ac) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de arroz cru para origem M4. ...	106
47 Efeito dos tratamentos (adição de casca - Ac) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de arroz cru para origem M5. ...	107
48 Efeito dos tratamentos (adição de casca - Ac) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de arroz cru para origem M7. ...	108
49 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de umidade (UM) no farelo de arroz cru para origem M7.	113
50 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de arroz cru para origem M2.	117
51 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de arroz cru para origem M3.	118
52 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de arroz cru para origem M5.	119

Figura	Página
53	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de arroz cru para origem M7. 120
54	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de extração etéreo (EE) no farelo de arroz cru para origem M2. 124
55	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de extração etéreo (EE) no farelo de arroz cru para origem M4. 125
56	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de extração etéreo (EE) no farelo de arroz cru para origem M5. 126
57	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de extração etéreo (EE) no farelo de arroz cru para origem M7. 127
58	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de arroz cru para origem M2. 132
59	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de arroz cru para origem M3. 133

Figura	Página
60	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de arroz cru para origem M5. 134
61	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de arroz cru para origem M7. 135
62	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de arroz cru para origem M2. 139
63	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de arroz cru para origem M3. 140
64	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de arroz cru para origem M5. 141
65	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de arroz cru para origem M7. 142
66	Efeito dos tratamentos (adição de casca - Ac) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de soja para origem M1. 149

Figura	Página
67 Efeito dos tratamentos (adição de casca - Ac) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de soja para origem M2.	150
68 Efeito dos tratamentos (adição de casca - Ac) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de soja para origem M3.	151
69 Efeito dos tratamentos (adição de casca - Ac) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de soja para origem M4.	152
70 Efeito dos tratamentos (adição de casca - Ac) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de soja para origem M5.	153
71 Efeito dos tratamentos (adição de casca - Ac) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de soja para origem M6.	154
72 Efeito dos tratamentos (adição de casca - Ac) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de soja para origem M7.	155
73 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de umidade (UM) no farelo de soja para origem M1.	160
74 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de umidade (UM) no farelo de soja para origem M2.	161

Figura	Página
75	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de umidade (UM) no farelo de soja para origem M4. 162
76	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de umidade (UM) no farelo de soja para origem M6. 163
77	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de umidade (UM) no farelo de soja para origem M7. 164
78	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de soja para origem M1. 168
79	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de soja para origem M2. 169
80	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de soja para origem M3. 170
81	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de soja para origem M4. 171

Figura	Página
82 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de soja para origem M5.	172
83 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de soja para origem M6.	173
84 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de soja para origem M7.	174
85 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de extração etéreo (EE) no farelo de soja para origem M3.	179
86 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de extração etéreo (EE) no farelo de soja para origem M4.	180
87 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de extração etéreo (EE) no farelo de soja para origem M5.	181
88 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de extração etéreo (EE) no farelo de soja para origem M6.	182

Figura	Página
89	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de soja para origem M1. ... 186
90	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de soja para origem M2. ... 187
91	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de soja para origem M3. ... 188
92	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de soja para origem M4. ... 189
93	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de soja para origem M5. ... 190
94	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de soja para origem M6. ... 191
95	Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de soja para origem M7. ... 192

Figura	Página
96 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de soja para origem M1.	197
97 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de soja para origem M2.	198
98 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de soja para origem M3.	199
99 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de soja para origem M4.	200
100 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de soja para origem M5.	201
101 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de soja para origem M6.	202
102 Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de soja para origem M7.	203

USO DE ANÁLISE FÍSICA PARA ESTIMAR A COMPOSIÇÃO QUÍMICA EM INGREDIENTES PARA RAÇÕES

Autor: HENRIQUE DA SILVA PASSOS JUNIOR

Orientador: MAX LÁZARO VIEIRA BOSE

RESUMO

No laboratório central de análises químicas bromatológicas da Purina Nutrimentos Ltda., localizado em Paulínea, Estado de São Paulo, realizou-se um experimento, no período abril a julho de 1988, com o objetivo de verificar a possibilidade do uso da medida física "densidade aparente" como parâmetro capaz de analisar a composição química bromatológica dos ingredientes farelo de algodão 40%, farelo de arroz cru e farelo de soja.

Foram utilizados farelos de algodão 40% de 6 origens diferentes do país e suas respectivas cascas, farelos de soja de 7 origens diferentes do país e suas respectivas cascas e farelos de arroz cru de 5 origens diferentes do país e respectivas cascas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 7 tratamentos, correspondentes aos níveis crescentes de adição de cascas aos respectivos farelos: 0 (zero), 10, 20, 30, 40, 50 e 100%.

Avaliou-se a influência dos tratamentos (adição de cascas) sobre os valores da "densidade aparente" em cada um dos farelos utilizados e posteriormente a influência da variação dos valores de "densidade aparente" sobre a composição química bromatológica quanto a umidade, proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta e matéria mineral.

Verificou-se diferença significativa ($P \leq 0,05$) para os tratamentos em relação às diferentes origens dos farelos estudados, sendo necessário analisar cada uma delas em separado.

Houve influência negativa (inversamente proporcional) dos tratamentos sobre o valor da "densidade aparente" no farelo de soja e no farelo de algodão 40%, mas tendência positiva (diretamente proporcional) no farelo de arroz cru.

A avaliação das porcentagens de proteína bruta e fibra bruta através do uso de "densidade aparente" no farelo de soja mostrou alta significância ($P \leq 0,01$) e alta correlação ($R^2 \geq 80\%$); para o farelo de algodão 40% o nível de significância foi o mesmo, porém com correlação mais baixa ($R^2 \geq 70\%$).

Para os demais parâmetros químicos bromatológicos estudados, o uso da "densidade aparente" não se mostrou efetivo tanto para o farelo de algodão 40%, quanto para o farelo de soja.

O uso de "densidade aparente" como parâmetro de avaliação da composição química bromatológica não se mostrou efetivo no caso do farelo de arroz cru.

THE USAGE OF PHYSICAL ANALYSIS TO ESTIMATE THE CHEMICAL COMPOSITION IN INGREDIENTS FOR RATIONS

Author: HENRIQUE DA SILVA PASSOS JUNIOR

Adviser: MAX LÁZARO VIEIRA BOSE

SUMMARY

At the central laboratory of bromatologic chemical analysis of Purina Nutrimentos Ltda, located in Paulinea, state of São Paulo, it was made an experiment, during the period from April to July of 1988, with the objective to verify the possibility of the usage of the physical measure "apparent density" as a criterion capable of analyzing the bromatologic chemical composition of the ingredients cottonseed meal 40%, soybean meal and rice brain.

It has been used cottonseed meal from six distinct sources of the country and their respective hulls, soybean meals from seven distinct sources of the country and their respective hulls and rice brain from five distinct sources of the country and their respective hulls. The experimental design was totaly uneven, with seven treatments that correspond to the increasing levels of hulls addiction

to the respective meals: 0 (zero), 10, 20, 30, 40, 50, and 100%.

It has been appraised the influence of the treatments (hulls addition) upon the values of the "apparent density" in each one of the used meals and brains, and later the influence of the value variation of the "apparent density" upon the bromatologic chemical composition as for moisture, crude protein, fat crude fiber and ash.

It has been verified significant differences ($P \leq 0,05$) to the treatments in relation to the difference sources of the considered brains, being necessary analyze each of them separatedely.

There was negative influence from the treatments upon the value of "apparent densiy" at the soybean meal and the cottonseeded meal 40% but positive tendency at the rice brain.

The appraisal of the crude protein and crude fiber percents through the usage of the "apparent density" at the soybean meal showed high significance ($P \leq 0,01$) and high correlation ($R^2 \geq 80\%$); the significance level of the cottonseeded meal 40% was the same, although with a lower correlation ($R^2 \geq 70\%$).

For the other bromatologic chemical criterious considered, the usage of the "apparent density" hasn't been showed effective as for the cottonseed meal 40% as for the soybean meal.

The usage of "apparent density" as a valuation of the bromatologic chemical composition has not been showed effective in the case of the rice brain.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente são gastos milhares de dólares no mundo na realização de análises químicas bromatológicas, visando executar um controle de qualidade nos ingredientes utilizados para nutrição animal.

O controle de qualidade, via análises bromatológicas, é de primordial importância para a maior segurança na formulação de rações para que possam fornecer os resultados esperados na produção animal.

Essa prática, necessária, onera os custos das rações, os quais, por sua vez, oneram os custos da produção animal, colaborando para aumento nos custos dos produtos.

No Brasil, para se equipar um laboratório que possa realizar análises bromatológicas normais, tais como: Umidade, Proteína Bruta, Extrato Etéreo, Fibra Bruta e Cinzas, gastam-se aproximadamente 30.000 dólares, excluindo-se a mão-de-obra especializada, necessária para a execução das análises.

Devido ao seu alto custo de montagem e de manutenção, os laboratórios se restringem aos órgãos ou instituições públicas e acadêmicas, aos grandes grupos que atuam no setor e às indústrias de ração e de premix.

Algumas empresas e laboratórios especializados vendem serviços, e atualmente cobram, em média, 10 dólares por nutriente ou elemento analisado. Então, para realização de apenas quatro análises básicas em uma amostra, despende-se de 40 dólares!

O custo cada vez maior para a realização de análises químicas para controle de qualidade também é uma preocupação da comunidade científica da área de Nutrição Humana há pelo menos 40 anos. Tanto é que há uma concentração maciça nos experimentos de pesquisa na busca de alternativas para o problema.

As tendências se voltam na direção do uso de análises físicas, tais como: colorimetria, condutância, refratometria, gravidade específica, e outras, como parâmetro para se estimar a qualidade de ingredientes e produtos alimentícios.

Essa tendência se evidencia devido ao fato de que as análises físicas geralmente são mais rápidas, mais baratas e mais práticas, além de fornecerem certas informações possíveis apenas do seu uso, tais como: gravidade específica, refratometria, etc.

Muitas empresas de alimentos humanos já utilizam efetivamente algum tipo de análise física no controle de qualidade de seus ingredientes e produtos, com resultados satisfatórios. Em algumas indústrias de Rações comerciais, onde o que existe de mais recente no gênero é o uso de um aparelho, chamado "NIR" ou "INFRA-RED", acoplado a um siste-

ma de computador, que executa análises bromatológicas em ingredientes e até em rações balanceadas, utilizando a refratometria. Porém seu custo é extremamente caro.

Tentando viabilizar a adoção de uma metodologia básica para o uso de análises físicas no controle de qualidade de ingredientes utilizados para nutrição animal, foi desenvolvido este trabalho de pesquisa, utilizando a medida da "Densidade Aparente" como análise física capaz de estimar a composição química bromatológica no farelo de soja, farelo de algodão 40% e farelo de arroz cru.

Esses ingredientes foram escolhidos devido ao largo uso na alimentação animal e pela real possibilidade de adulterações, principalmente através do aumento na proporção de casca em relação ao normalmente permitido nos padrões da ANFAR (Associação Nacional dos Fabricantes de Rações, 1985) para ingredientes utilizados na alimentação animal.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Amostragem

Qualquer prática visando a execução de controle de qualidade em qualquer seguimento de uma produção se inicia pela amostragem (JACOBS, 1958; HERSCHDOERFER, 1968; KRAMER & TWIGG, 1966; PELEG & BAGLEY, 1983; HIRSH *et alii*, 1967; DEMAN *et alii*, 1976; BIRCH, 1984; POMERANZ & MELGAN, 1971). Em geral, quando é desejada uma amostragem de um material para ser utilizado no laboratório, algumas amostras são retiradas de diferentes porções do material ou dos "containers" do lote do material. Estas amostras individuais são combinadas, misturadas, e delas se extrai a amostra final a ser analisada, representando o total do lote (TRIEBOLD & AURAND, 1963).

Para facilitar a mistura de amostras de materiais com diferentes tamanhos de partículas, pode ser necessária a moagem da amostra composta antes da retirada da amostra final (PELEG & BAGLEY, 1983).

Na amostragem de alimentos acondicionados em pequenas embalagens ou produzidos em partidas reduzidas, se for conveniente, pode ser coletada o conteúdo todo da emba-

lagem, ou uma partida toda, para constituir a amostra, como no caso de premix vitamínicos ou de suplementos minerais. Para partidas ou lotes grandes, coleta-se de 10 a 20% do número de embalagens ou partidas, ou de 5 a 10% do peso total do material deve ser amostrado para que a amostra seja suficientemente representativa (JACOBS, 1958).

A coleta de amostras em cargas transportadas por caminhões deve ser feita conforme as Figuras 01 e 02 para maior segurança na representatividade do lote.

Vista Lateral

Vista Superior (de topo)

Figura 1. Carroceria de caminhão com sacaria e indicação de pontos para coleta de amostra.

Vista Lateral

espias

Vista Superior (de topo)

a) Amostragem Inferior

b) Pontos de Amostragem Superior

Figura 2. Carroceria de caminhão com carga a granel e indicação dos pontos para coleta de amostra.

Fonte: Boletim de Controle de Qualidade - PURINA, 1982.

Coletas nas comportas (espias) dianteiras, centrais e traseiras de ambos os lados, devem ser feitas diretamente abrindo-se a espia. Para amostrar a parte superior da carga a granel, utiliza-se um amostrador grande de profundidade medindo 1,5 m de comprimento e 3,4 cm de diâmetro com 11 aberturas, 8 cm de altura e 3 cm de largura (PURINA, 1982).

Procedimentos para amostragem apropriada podem ser encontrados em inúmeros manuais de análises, como o A.O.A.C. (Association of the Official Agricultural Chemists, 1970), visando fiel representatividade do produto em estudo, sendo evidenciado que os resultados de análises terão valor somente se a mostra laboratorial for representativa do lote inteiro no produto do qual ela é proveniente. Erros ocorridos (introduzidos) por amostragem imprópria são mais fre-

quentes do que aqueles provenientes de procedimentos de análises insatisfatórias (TRIELBOLD & AURAND, 1963; BASSETT *et alii*, 1981; PREGNOLATTO & PREGNOLATTO, 1985; LEES, 1968; MEYER, 1960).

Como resultado destas operações, obtem-se informações que permitem avaliar a qualidade do conjunto (lote examinado) e decidir sobre aceitação ou rejeição da mercadoria correspondente (PELEG & BAGLEY, 1983; HERSCHDOERFFER, 1968; HIRSH *et alii*, 1967; KRAMER & TWIGG, 1966; BIRCH, 1984).

2.2. Análises Físicas

Os métodos físico-químicos de análises são cada vez mais usados, devido ao alto grau de exatidão e à rapidez na obtenção dos resultados. Além do que, certas informações, tais como: textura e densidade, só são conseguidas através do uso destes métodos (TRIEBOLD & AURAND, 1963; PELEG & BAGLEY, 1983).

Melhor processamento e utilização podem ser conseguidos observando-se, além das análises químicas, algumas propriedades físicas dos alimentos, tais como: propriedades geométricas, mecânicas, ópticas, térmicas e elétricas (PELEG & BAGLEY, 1983; KRAMER & TWIGG, 1966; DEMAN *et alii*, 1976; HIRSH *et alii*, 1967).

Os primeiros avanços nesta área foram provenientes do controle de qualidade dos produtos agrícolas, com crédito à engenharia agrícola, controle de qualidade indivi-

dualizado e agricultura tecnicamente orientada. Mais recentemente, engenheiros de processamento de alimentos e cientistas interessados em alimentação têm dado grande contribuição ao desenvolvimento do uso de análises físicas, visando principalmente facilitar o manuseio, o processamento e assegurar a aceitação do produto no consumo (POMERANZ & MELOAN, 1971; BIRCH, 1977; PELEG & BAGLEY, 1983).

Forma, tamanho, volume, densidade e área de superfície são parâmetros importantes para o manuseio dos alimentos, visando colheitas mecanizadas, transporte e estocagem.

O processamento pode envolver propriedades geométricas, mecânicas, elétricas e térmicas, tais como: calor específico e condutividade térmica, que são importantes no processo de preservação, envolvendo adição ou remoção de calor como em cocção, pasteurização e congelamento (TRIEBOLD & AURAND, 1963; PELEG & BAGLEY, 1983; HERSCHDOERFER, 1968; HIRSH *et alii*, 1967; DEMAN *et alii*, 1976).

No grupo de propriedades elétricas estão: condutividade elétrica e capacitância, propriedades dielétricas e reação à radiação eletromagnética. A habilidade de uma partícula em conter uma superfície carregada, a qual é determinada pela condutividade elétrica, tem sido usada para separar variedades similares de sementes e para identificar hidrocolóides mais dispersíveis em água. Propriedades mecânicas governam o comportamento de materiais sólidos durante o processo de redução de tamanho, tais como: quebra, corte,

moagem e mastigação (PELEG & BEGLEY, 1983; PELEG, 1980; DEMAN *et alii*, 1976).

MOHSENIN (1980) definiu propriedades mecânicas como aquelas que governam o comportamento de um material sob ação de forças. Recentemente estas foram conceituadas como sendo propriedades que governam o relacionamento entre "stress" e "strain" dos materiais (DEALY, 1982), onde "stress" seria a intensidade dos componentes de força atuando sobre um corpo e expressa em unidades de força por unidade de área, e "strain", a alteração no tamanho ou forma de um corpo em resposta a uma força a ele aplicada e expressa em taxa ou porcentagem em relação ao tamanho e à forma original.

A Figura 3 ilustra alguns tipos de "stress" aplicados aos alimentos. A atuação destes e seus efeitos é que irão determinar o comportamento mecânico do alimento e sua consequente textura final.

a) compressão

b) tensão

c) seccionamento

Figura 3. Tipos de "stress" aplicados aos alimentos: (a) compressão, (b) tensão e (c) e (d) seccionamento.

A textura é primordial para se avaliar a aceitação do alimento. Além disso, ela exerce influência sobre outras características físicas do alimento, principalmente sobre o valor da densidade aparente (DEMAN *et alii*, 1976; PELEG & BAGLEY, 1983; PELEG, 1980).

A maioria das propriedades físicas que o alimentos possui são passíveis de utilização ou avaliação para auxiliar no controle de sua qualidade; algumas com maior, outras com menor grau de facilidade, devido ao uso ou não de aparelhagem sofisticada para sua realização (FRANCIS & CLYDESDALE, 1975; TRIEBOLD & AURAND, 1963; DEMAN *et alii*, 1976). A aparência visual, ou seja, a identificação visual proporcionada pela cor, forma e tamanho, seria a primeira análise física que se pode realizar no controle de qualidade de um alimento (PELEG & BAGLEY, 1983). Essa análise pode ser feita a olho nu, ou com o auxílio de aparelhos ópticos, com lupas e microscópios.

Tamanho e cor de grãos de feijão, além do peso, porcentagem de casca, coeficiente de hidratação, tempo de cocção e dureza, relacionam-se com a porcentagem de proteína bruta, metionina, cistina, lisina, triptofano, inibidores de tripsina, taninos e digestibilidade "*in vitro*", conforme observações de BRESSANI, *et alii* (1981). Eles concluíram que a cor exerce influência sobre algumas determinações, como por exemplo: O tempo de cocção foi menor para os grãos brancos em relação aos roxos e negros, e a quantidade de tanino foi sensivelmente menor para os brancos. Os grãos

com maior tamanho absorviam menos água, tendendo a maior tempo para cocção, sofrendo interferência do conteúdo de casca. Os maiores também tendiam a possuir menor porcentagem de proteína bruta.

Estas informações são exemplos evidentes da importância da observação visual dos alimentos como primeira análise a ser feita para o controle de qualidade.

Há tendência na comunidade científica dedicada à área de alimentos em desenvolver métodos mais simples e rápidos, utilizando-se de equipamentos simples e baratos para determinações de características físicas.

Tentando selecionar, através da aparência física, sementes de algodão de um lote naturalmente contaminado com aflatoxina, CUCULLE *et alii* (1977) separaram manualmente 771 sementes que apresentaram fluorescência amarelo-esverdeados sob luz ultravioleta. Destas, 18% (142 sementes) estavam contaminadas com aflatoxina (B1 e B2), com teores variando entre 150 e 5,75 milhões de ppb (partes por bilhão). Eles concluíram que a fluorescência serve somente como indicativo de contaminação por aflatoxina nas sementes de algodão.

Dentre as análises físicas passíveis de serem realizadas para auxiliar no controle de qualidade de alimentos, a "densidade aparente" é que se mostra de maior viabilidade para seleção em Noz Pecan, devido à simplicidade, rapidez, segurança e baixo custo (SITTON, 1944).

2.3. Densidade Aparente

A densidade aparente é basicamente obtida pela relação entre o peso (massa) do material e o volume que este material ocupa, ou seja, $D = M/V$, onde D é a densidade, M é a massa e V é o volume ocupado (PELEG & BAGLEY, 1983).

Alimentos secos, processados com texturas diferentes (tamanho de partículas diferentes), tais como farinhas, farelos ou pó, resultam em diferentes valores de "densidade aparente", como ilustra a Figura 4, a qual apresenta um modelo esquemático da influência da textura sobre o valor da "densidade aparente" de um material ocupando o mesmo volume de um recipiente.

Recipiente contendo material constituído de partículas de maior tamanho
Densidade 340 g/l

O mesmo recipiente contendo o mesmo material com partículas menores
Densidade 480 g/l

Figura 4. Influência da textura sobre o valor da densidade aparente.

Observa-se que o de textura mais fina proporciona valor mais alto de "densidade aparente", evidenciando que a "densidade aparente", como medida de avaliação de qualidade entre alimentos, deve ser tomada com a mesma textura.

A maioria das partículas que compõem um alimento têm "densidade sólida" similar, que é a densidade do material sólido de onde as partículas são provenientes, descontando-se toda a porosidade interna. Os valores variam entre 1,4 e 1,5 gramas/cm³, dependendo do conteúdo de umidade. Isso é devido principalmente ao fato de que a média da densidade sólida de cada um dos nutrientes, que as constituem, é similar, como mostra a Tabela 1. Ocorrem exceções, tais como nos casos de sais básicos e pós ricos em gorduras, cujas densidades podem variar consideravelmente, de acordo com a composição (PELEG & BAGLEY, 1983).

Tabela 1. Nutrientes que compõem partículas do alimento e respectivas densidades.

NUTRIENTE	DENSIDADE (g/cm ³)
Glucose	1,56
Sucrose	1,59
Amido	1,50
Celulose	1,27 - 1,61
Proteína (globular)	~ 1,4
Gordura	0,90 - 0,95
Sal (NaCl)	2,16
Ácido Cítrico	1,54
* Água (à 4°C)	1,00

* A densidade da água varia com a temperatura ambiente (Tabela 3).

Fontes: TRIEBOLD & AURAND, 1963 e PELEG & BAGLEY, 1983.

Como a densidade da água sofre variação muito pequena em função da variação da temperatura seu valor usual é tido com igual a $1,00 \text{ g/cm}^3$.

A Tabela 2 mostra valores de densidade aparente de uma variedade de alimentos moídos. Como a "densidade sólida" das partículas da maioria dos alimentos moídos é em torno de $1,4 \text{ g/cm}^3$, pode-se concluir que os valores encontrados na Tabela 4 são uma indicação de que os alimentos alistados têm alta porosidade (40 - 80%), já que a densidade do ar atmosférico a 15° centígrados e de aproximadamente $0,001129 \text{ g/cm}^3$ (HEAST, 1969).

Tabela 2. Densidade aparente e umidade de alguns alimentos moídos.

ALIMENTO	DENSIDADE APARENTE (g/cm^3)	TEOR DE UMIDADE (%)
Papinha de Bebe	0,40	2,5
Chocolate	0,48	3 - 5
Café (torrado e moído)	0,33	7,0
Café (instantâneo)	0,33	2,5
Café cremoso	0,47	3,0
Farinha de Milho	0,66	12,0
Amido de Milho	0,56	12,0
Ovo (completo, pó)	0,34	2 - 4
Gelatina (moída)	0,68	12,0
Celulose Microcristalina	0,68	6,0
Leite em pó	0,61	2 - 4
Farelo de Aveia	0,43	8,0
Cebola (moída)	0,51	1 - 4
Sal (granulado)	0,96	0,2
Sal (refinado)	0,95	0,2
Proteína da Soja (precip)	0,28	2 - 3
Açúcar (granulado)	0,80	0,5
Açúcar (refinado)	0,48	0,5
Farinha de Trigo	0,48	12,0
Trigo (integral)	0,80	12,0
Soro de leite seco	0,56	4,5
Levedura (fermento pão)	0,52	8,0
Levedura (fermento vinho)	0,82	8,0

Fontes: Dados de CARR, (1976); WATT & MERRIL, (1975); SCHWARTZBERG, (1982); citados em PELEG & BAGLEY, 1983.

Existem outros fatores que interferem sobre a densidade aparente dos alimentos moídos. São eles: a intensidade das forças atrativas interpartículas, tamanho de partícula e o número de pontos de contacto (RUMPF, 1980).

Alimentos finamente moídos, em especial na forma de pó, sofrem interferência no seu valor de "densidade aparente" quando ocorre qualquer alteração nos fatores anteriormente citados. Além disso, existe toda uma interligação de fatores no sistema que pode causar variação no valor da densidade aparente, como mostra a Figura 5.

Figura 5. Fatores que afetam a densidade aparente nos alimentos sólidos moídos.

Fonte: Peleg et alii, 1982.

(Citado em Peleg & Bagley, 1983).

Sendo os pós sujeitos a compactação (por compressão ou sedimentação) ou a perdas (forma de poeira), sua densidade poderá ser alterada para mais ou para menos, o que torna de primordial importância, para comparação entre resultados, que as medidas tenham sido tomadas sob as mesmas condições.

A densidade de partícula é preponderante como uma das características da densidade dos produtos, principalmente os que se encontram na forma de pó. Esta é definida pela expressão.

$$D_{\text{partícula}} = \frac{\text{Massa atual da partícula}}{\text{Volume atual da partícula}}$$

Essa medida é de grande variabilidade e dificilmente consegue-se exatidão, devido ao fato da existência de poros internos nas partículas, sendo necessária avaliação por amostragens e o uso do valor médio (PELEG & BAGLEY, 1983).

Os poros internos aparecem em diferentes formas e tamanhos como se observa na Figura 6, os quais são geralmente decorrentes do tipo de processamento e das condições sob as quais a partícula foi formada (FERRANDO & HENRY, 1981; PELEG & BAGLEY, 1983).

Figura 6. Tipos de poros nas partículas: (a) aglomerado, (b) buraco e (c) esponja.

Fonte: Peleg & Bagley, 1983.

As partículas, com suas características próprias em cada alimento, são as que vão determinar o que é chamado de atividades de superfície, tais como: absorção de vapor d'água, capacidade de absorção de finas partículas sólidas ou de interagir com outras partículas ou superfícies. Essas interações não são limitadas por partículas da mesma espécie química ou espécie química similar, embora existam evidências que sugiram que estas afinidades podem diferir consideravelmente entre materiais como no caso de certos agentes anti-aglutinantes (Peleg & Bagley, 1983).

As propriedades que governam a atividade de superfície nos pós são sempre interdependentes e determinadas pelas propriedades químicas do material, tais como a composição química e teor de umidade e propriedades físicas como a geometria, tamanho e características da superfície das partículas individuais, e do histórico do sistema como

um todo. Entende-se como histórico do sistema as informações tais como estado do material antes da moagem, tipo de moagem a que foi submetido, etc.

A Figura 7 mostra esquematicamente a maneira de interação entre os fatores que agem sobre as propriedades aparentes nos alimentos sólidos moídos.

Figura 7. Fatores que afetam a atividade de superfície e a coesão das partículas em alimentos sólidos moídos. Fonte: Peleg & Bagley, 1983.

Agentes anti-aglomerantes (ou condicionadores de fluxo) são capazes de reduzir as forças interpartículas e, como tais, eles são capazes de aumentar a densidade aparente nos alimentos sólidos moídos (Farelos, Farinhas e Pós) (Peleg & Mannheim, 1973, citados em Peleg & Bagley, 1983).

A coesão entre as partículas, além da densidade, também interfere sobre o fluxo do material e, portanto, deve ser considerada por ocasião do desenho dos depósitos ou silos que irão armazenar o produto em questão.

A Figura 8 mostra o que pode ocorrer com o fluxo do alimento em silos com diferentes formatos.

Figura 8. Tipos de fluxos que podem ocorrer em material com alta coesividade em decorrência do desenho do silo.

Fonte: Jenike (1964).

Problemas semelhantes aos mostrados na Figura 8 (silo 1 e silo 2) ocorrem diariamente em vários segmentos da área de produção e armazenagem de alimentos, os quais poderiam ser evitados se alguns dos fatores anteriormente citados fossem levados em consideração no projeto para desenho das instalações e dos equipamentos.

2.4. Uso da Densidade Aparente Como Avaliação no Controle de Qualidade

O uso da densidade aparente como parâmetro de avaliação para controle de qualidade em alimentos não é uma prática nova; ROEMBERG *et alii* (1936) utilizaram-na para selecionar 5 variedades de noz pecan, no que se refere ao tamanho da semente dentro da noz, concluindo que havia alta correlação entre o grau de enchimento da noz pela semente e a densidade aparente da noz. Dois anos mais tarde, em 1938, Waugh chegou à mesma conclusão, também usando noz pecan.

A relação entre densidade aparente e peso da noz, peso da semente, conteúdo de óleo da semente (%), conteúdo de óleo como porcentagem do peso da noz e conteúdo de óleo como porcentagem do peso da semente, em nozes pecan da cultura de 1937, são mostrados na Tabela 3 (SITTON, 1944).

Tabela 3. Influência do valor da "Densidade aparente" sobre o peso da noz, peso da semente, conteúdo de óleo da semente, porcentagem do conteúdo de óleo do peso da noz e conteúdo de óleo como porcentagem do peso da semente em Noz Pecan.

A (g/cm ³)	B (g)	C (g)	D (g)	E (%)	F (%)	G (%)	H (Nº)
0,40	2,79	0,62	0,13	22,20	4,65	21,70	1
0,45	3,80	1,00	0,36	28,57	9,45	34,35	5
0,50	4,62	2,08	0,84	44,03	18,73	45,45	4
0,55	4,25	1,62	0,90	38,34	21,49	56,18	5
0,60	5,06	2,10	1,33	41,51	26,41	63,30	11
0,65	5,24	2,35	1,58	44,55	29,97	67,11	15
0,70	6,02	3,04	2,13	49,63	35,15	70,14	10
0,75	6,38	3,42	2,42	53,98	38,40	70,75	15
0,80	6,48	3,60	2,67	55,76	41,21	73,93	27
0,85	7,39	4,24	3,17	58,17	43,56	74,72	73
0,90	7,69	4,65	3,50	60,40	45,57	75,33	71

Onde:

A = Densidade aparente (ponto médio)

B = Peso da Noz (gramas)

C = Peso da semente (gramas)

D = Óleo por Noz (gramas)

E = Peso da semente sobre o peso da noz (%)

F = Peso do óleo sobre o peso da noz (%)

G = Peso do óleo sobre o peso da semente (%)

H = Número de Pecans em cada classe de densidade aparente

Fonte: SITTON, 1944

O autor cita que pecans com "densidade aparente" de 0,85 gramas/cm³, ou acima, possuíam alta qualidade e excelente sabor; com valores intermediários entre estas e as de 0,55 gramas/cm³, a qualidade e o sabor tendiam a piorar gradativamente, com a densidade aparente abaixo de 0,55 gramas/cm³, eram de baixa qualidade e impalatáveis; e com

0,45 gramas/cm³ tinham sementes muito pequenas ou não as possuíam.

Observando o coeficiente de regressão da porcentagem de matéria seca sobre a densidade aparente na variedade Russet Burbank de batatas, Woodbury & Weinhenimer (1965) encontraram variação nos valores de densidade entre regiões durante o processo de estocagem, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4. Coeficiente da regressão da porcentagem de matéria seca sobre a densidade aparente e média da porcentagem de matéria seca e densidade aparente, em batatas por localização e período de tempo.

LOCAL	PERÍODO DE AMOSTRAGEM	COEFICIENTE DE REGRESSÃO	DENSIDADE APARENTE (média)	% DE MAT. SECA
Boise Valley	Primeiro	198,3	1,0910	22,23
Boise Valley	Segundo	210,0	1,0947	23,27
Rupert-Burley	Primeiro	186,1	1,0856	21,80
Upper Snake	Primeiro	213,1	1,0885	21,86
Upper Snake	Segundo	226,9	1,0878	22,16
Dados Comb.		211,9	1,0896	22,26

Fonte: WOODBURY & WEINHEINER, 1965.

Observando a mesma relação na safra seguinte em 3 tempos distintos, os autores encontraram novamente uma estreita relação entre "densidade aparente" e porcentagem de matéria seca, expressa na Figura 9, baseado na equação de regressão linear $Y = 22,26 + 211,9 (X - 0,0896)$, de onde se conclui que a medida da densidade aparente em batatas é um bom indicativo do teor de matéria seca.

Estudo semelhante foi desenvolvido por PORTER *et alii* (1964), em 5 variedades de batatas e em 6 áreas diferentes dos Estados Unidos nas safras de 1962 e 1963, investigando a influência da densidade aparente sobre o conteúdo total de sólidos. Os resultados expressos na Figura 9 mostram as curvas de regressão linear entre a densidade aparente e a porcentagem total de sólidos, demonstrando alta correlação entre ambos. As variações na densidade aparente podiam explicar 95% das variações no total de sólidos das variedades de batatas estudadas, e as maiores variações eram provenientes da maior quantidade de espaço de ar nos tecidos.

Mesma observação da interferência dos espaços vazios sobre a gravidade específica foi feita por KLEINKOPF *et alii* (1987), concluindo que o relacionamento entre a densidade aparente e total de sólidos não era afetado pelo descasque das batatas variedade Russet Burbank ($R^2 = 0,92$).

Usando densidade aparente para separar sementes de algodão contaminadas por aflatoxina, CUCULLE *et alii* (1977) observaram que 74% das sementes contaminadas, das 771 separadas, possuíam peso que variavam de 0,02 a 0,12 gramas, o que não permite avaliar eficazmente a contaminação através da densidade, já que as sementes de algodão possuem normalmente um peso que varia entre 0,04 a 0,08 gramas.

Em grãos de milho e trigo suspeitos de contaminação com aflatoxina, zearalenona e deoxinivalenol, HUFF & HAGLER (1984) utilizaram a medida da densidade aparente, para separar o material contaminado do não contaminado. As

sementes foram inicialmente mergulhadas em uma solução água com cloreto de sódio, separando-se as sobrenadantes, e em seguida mergulhando-se as que ficaram no fundo em uma solução de água com 30% de sacarose e separando as sobrenadantes. Dessa forma, conseguiram uma redução média de 87% do total de aflatoxina, 77% do total de deoxinivalenol e 67% do total de zearalenona presentes nas amostras.

Tentando criar um método para medir a densidade em produtos cozidos, Hwang & Hayakawa (1980) utilizaram três tipos de produtos com as seguintes composições:

INGREDIENTES	TIPOS DE PRODUTOS		
	I	II	III
Farinha de Trigo	65 %	40 %	50 %
Açúcar	5 %	20 %	15 %
Água	20 %	10 %	15 %
Outros (gordura, sal, etc.)	10 %	30 %	20 %

Após medirem a densidade antes e após o cozimento à mesma temperatura, concluíram que as densidades dos produtos decresceram rapidamente nos primeiros estágios do cozimento e gradualmente atingiam pontos baixos, aumentando vagarosamente nos estágios finais no cozimento. Observaram ainda que houve uma expansão de 2,25 vezes nas dimensões dos produtos I, II, III após o cozimento e que o produto com maior quantidade de farinha de trigo tinha maior magnitude de expansão e provavelmente maior redução no valor de sua densidade após o cozimento.

A = Curva de regressão proveniente de Von Scheele
B = Curva de regressão do total de dados de 1962 mais 1963

Figura 9. Regressão linear da densidade aparente x total de sólidos em batatas distribuição de dados das amostras de 1962 e 1963 com 95% de limites de confiança.

Fonte: PORTER *et alii*, 1964.

Observações feitas por Chuma *et alii* (1981), sobre a influência do conteúdo de umidade sobre os valores de "densidade aparente" em grãos de cereais e de soja, evidenciaram que este é um importante fator a se considerar por ocasião do cálculo do valor da "densidade aparente" nos alimentos, respeitando as particularidades individuais de comportamento decorrentes da variação na porcentagem de umidade.

Figura 10. Efeitos do conteúdo de umidade sobre a densidade aparente dos grãos de cereais e de soja.

Fonte: Chuma *et alii*, 1981.

Observando-se a Figura 10, nota-se a grande variabilidade da influência da porcentagem de umidade sobre a "densidade aparente" nos diferentes grãos, sendo interessante observar que, apesar das diferenças em composição básica entre a soja e o milho (grão de soja possui mais gordura e proteína e menos amido do que grão de milho), houve a mesma tendência linear e inversamente proporcional. O efeito da moagem alterou radicalmente o comportamento no grão de arroz, apesar de manter a tendência linear. O grão de trigo teve um comportamento de curva com tendência quadrática, não explicada pelos autores os quais se restringiram somente a comentar que o grão de trigo é que sofre a menor influência na "densidade aparente" decorrente da variação no conteúdo de umidade.

A farinha de soja desengordurada possui um comportamento semelhante ao do grão de trigo quanto à interferência da umidade sobre a "densidade aparente", porém com efeito acentuado, conforme se pode deduzir do trabalho de Wallapapan & Sweat (1982), que investigaram o efeito do conteúdo de umidade e o peso da embalagem sobre os valores da "densidade aparente" no referido alimento (Figura 11).

Figura 11. Efeito do conteúdo de umidade e peso de embalagem (420, 100 e 10 g) sobre a densidade aparente das amostras de farinha de soja desengordurada.

Fonte: WALLAPAPAN & SWEAT (1982).

Observa-se que existem faixas de umidade de maior influência, e que para todos os pesos de embalagens os valores menores para densidade se deram quando a farinha possuía por volta de 18% de umidade. Os autores concluíram que também as variações nos pesos a serem embalados causam variações nos valores da "densidade aparente" da farinha de soja desengordurada, e supõem que seja devido ao efeito da compressão que as partículas superiores exercem sobre as

inferiores. Há, porém, tendência do sistema se estabilizar com pesos acima de 200 gramas. O trabalho não informa o formato nem as dimensões das embalagens.

Como citado anteriormente, o tamanho e a forma da partícula ou do grão interferem sobre o valor da "densidade aparente". MATHEUS *et alii* (1981), utilizando variedades de arroz para investigar o efeito da espessura dos grãos sobre a composição química dos mesmos, concluíram que não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) quanto ao conteúdo de umidade. Com o aumento na espessura dos grãos, houve tendência de queda na porcentagem de proteína bruta, lipídios, fibra bruta e vitaminas e aumento na porcentagem de amido, amilase e amilase-amilopectina.

Além do uso no controle de qualidade para fins nutricionais, alguns países já se utilizaram da observação da densidade dos alimentos para o desenho de equipamentos e embalagens. Em 1985, foi lançado nos Estados Unidos da América um tipo de equipamento denominado "Multi-Port Gravity Blenders", o qual realiza misturas e empacotamento de alimentos e de outros produtos de acordo com a densidade aparente de cada ingrediente, visando assegurar mais uniformidade e maior economia, reduzindo as variações no empacotamento. Numa amostragem feita em uma indústria alimentícia americana que produzia um produto contendo açúcar, cuja "densidade aparente" era cinco vezes menor que a dos demais ingredientes, houve uma variação média de 32 gramas entre 100 pacotes de 178 gramas que foram amostrados. Com o uso do

aparelho "Multi-Port Gravity Blenders", a variação média no peso se reduziu a 5 gramas, proporcionando uma economia de 380 dólares por dia (Food Enginneering, 1978).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material Estudado

Farelo de arroz cru e casca de arroz moída, farelo de soja e casca de soja, farelo de algodão 40% e casca de algodão, obtidos de três cargas consecutivas de cada fornecedor escolhido nas diferentes fábricas da Purina Nutrimentos Ltda, localizadas nas cidades de Ribeirão Preto (SP), Paulínea (SP), Volta Redonda (RJ), Canoas (RS), Ponta Grossa (PR), Maringá (PR) e São Lourenço da Mata (PE), foram objeto de estudo neste trabalho.

3.1.1. Amostragem

Para amostragem nos carregamentos com 14 toneladas de peso e recebidos ensacados, foi utilizado um amostrador de aço inoxidável com canal aberto, medindo 1,0 metro de comprimento e $\frac{3}{4}$ de polegada ou 1,9 centímetros de diâmetro, perfurando os sacos no sentido longitudinal, de maneira que o amostrador atravessasse toda a extensão do saco. A carga foi amostrada em 20 diferentes pontos, distribuídos nas laterais, traseira e parte superior da carga, seguindo o

sistema zigue-zague ilustrado na Figura 12, colhendo-se em cada ponto aproximadamente 200 gramas de ingrediente.

Vista Superior

Vista Lateral

Vista Traseira

Figura 12. Ilustração do esquema de amostragem em carroceria de caminhão para a carga ensacada.

A amostragem nos carregamentos a granel, com até 22 toneladas foi feita através de amostrador de metal (tipo Burrous) com 1,5 metros de comprimento, 11 aberturas de 3,5 cm ou 13/8 de polegadas de diâmetro, amostrando a carga através da parte superior da mesma, aprofundando o amostrador o mais possível em 8 diferentes pontos, como mostra a Figura 13, colhendo aproximadamente 500 gramas em cada ponto e amostrando de 5 a 10% do peso da carga.

Vista de Topo da Carroceria

Figura 13. Ilustração do esquema de amostragem em carga a granel.

Foram colhidas ainda, uma amostra de 500 gramas de cada uma das 6 espias da carroceira, localizadas na parte inferior da mesma, conforme mostra a Figura 14.

Vista Inferior de uma Carroceria, com 6 espias

Figura 14. Ilustração do esquema de coleta de amostra em carga a granel, através das espias.

As sub-amostras coletadas em cada um dos carregamentos (20 pontos para cargas ensacadas e 14 pontos para

as cargas a granel) eram posteriormente colocadas juntas num balde plástico com capacidade para 10 litros, misturadas à mão e, em seguida, levadas ao aparelho "Quarteador", passando 4 vezes por este para melhor homogeneização. Em seguida foi separada a amostra principal com 4 quilos (kg) de peso, acondicionada em saco plástico, devidamente identificada quanto ao tipo de ingrediente, data de coleta, origem e fornecedor.

3.1.2. Procedência dos Ingredientes e Fornecedores

Foram colhidas 108 amostras de 4 quilos (kg) de peso correspondentes a 108 carregamentos diferentes dos três ingredientes estudados, durante um período de 6 meses, distribuídos da seguinte forma: 21 de casca de soja, sendo 3 colhidas em Ribeirão Preto (SP), 3 em Paulínea (SP), 3 em Volta Redonda (RJ), 3 em Maringá (PR), 3 em Ponta Grossa (PR), 3 em Canoas (RS) e 3 em São Lourenço da Mata (PE); 18 de casca de algodão, sendo 3 colhidas em Paulínea (SP), 3 em Ribeirão Preto (SP), 3 em Maringá (PR), 3 em Ponta Grossa (PR), 3 em Volta Redonda (RJ) e 3 em Canoas (RS); 15 de casca de arroz moída, sendo 3 colhidas em Paulínea (SP), 3 em Ribeirão Preto (SP), 3 em Canoas (RS), 3 em Volta Redonda (RJ) e 3 em Ponta Grossa (PR); 21 de farelo de soja sendo 3 colhidas em Ribeirão Preto (SP), 3 em Paulínea (SP), 3 em Maringá (PR), 3 em Ponta Grossa (PR), 3 em Canoas (RS), 3 em Volta Redonda (RJ) e 3 em São Lourenço da Mata (PE); 18 de

farelo de algodão 40%, sendo 3 colhidas em Maringá (PR), 3 em Ponta Grossa (PR), 3 em Paulínea (SP), 3 em Ribeirão Preto (SP), 3 em Canoas (RS) e 3 em Volta Redonda (RJ); 15 de farelo de arroz cru, sendo 3 colhidas em Ribeirão Preto (SP), 3 em Paulínea (SP), 3 em Canoas (RS), 3 em Ponta Grossa (PR) e 3 em Volta Redonda (RJ).

As amostras foram colhidas, tomando-se o cuidado de se utilizar fornecedores diferentes e que estavam operando com matéria-prima da própria região ou de regiões diferentes das demais utilizadas pelos outros fornecedores. Os nomes fantasia (nomes comerciais) dos fornecedores utilizados na pesquisa são os seguintes:

- a) Para casca de soja: Brejeiro, Olma, Comove, Ind. Coelho, Ceval, Sanrig e Cargil.
- b) Para casca de algodão: Cocamar, Menu, Cargil, Sambra e Maeda.
- c) Para casca de arroz: Vale Verde, Neves Cristofolletti, Alegrete, Valcania e Cafeeira Brasília.
- d) Para farelo de algodão 40%: Sambra, Menu, Maeda, Coca-mar e Cargil.
- e) Para farelo de arroz cru integral: Neves Cristofolletti, Valcania, Vale Verde, Alegrete e Cafeeira Brasília.

3.2. Metodologia

Todas as 108 amostras, devidamente identificadas, foram reunidas no laboratório central da Purina Nutrientes Ltda, localizada em Paulínea (SP), onde sofreram o processo de padronização da textura através da moagem total da amostra em moinho de disco (café) e posterior passagem por peneira tipo ABNT, Tyler 10.

A medida da "densidade aparente" foi realizada utilizando-se um Becker de vidro graduado, com capacidade par 1,000 litro, uma balança eletrônica simples, com capacidade par 5 quilos, com dispositivo de tara. Colocando o Becker vazio sobre a balança e despejando o material em movimentos circulares, iniciando-se pelas laterais em direção ao centro do Becker, a uma altura inferior a 5 centímetros da borda superior, continuando até perfazer um peso de 500 gramas, tomando cuidado em nivelar a parte superior do conteúdo sem exercer pressão no sistema, encontrando, assim, um volume expresso na graduação do Becker.

Utilizando-se a expressão matemática para cálculo da Densidade aparente: $D = P/V$, onde "D" é a densidade aparente, "V" é o volume (em centímetros cúbicos) e "P" é o peso (em gramas), todas as densidades foram calculadas e devidamente anotadas.

Após a medida da "densidade aparente", todas as amostras foram encaminhadas ao laboratório para execução da análise bromatológica (Umidade, Proteína Bruta, Extrato

Etéreo, Fibra Bruta e Matéria Mineral), utilizando os métodos da A.O.A.C. (1970).

Com o término da preparação e encaminhamento para análise de todos os ingredientes, iniciaram-se as misturas de cada um dos farelos (soja, algodão 40% e arroz cru) com suas respectivas cascas, na proporção de 10, 20, 30, 40 e 50%, separadamente, observando-se, dentro do possível, a origem e o fornecedor.

Quanto às diferentes misturas, cada uma totalizava 500 gramas, contendo zero, 50, 100, 150, 200 e 250 gramas de casca, correspondendo aos tratamentos com zero, 10, 20, 30, 40 e 50% de casca.

Para melhorar a homogeneização, todas as misturas foram passadas 4 vezes pelo aparelho "Quarteador".

Nas misturas prontas, foram realizadas as medidas da "densidade aparente" e as análises bromatológicas, seguindo a mesma metodologia citada para os ingredientes individuais.

Todas as misturas foram feitas em triplicata, perfazendo um total de 270 amostras de misturas analisadas física e quimicamente, sendo: 75 misturas utilizando Farelo de Arroz Cru e Casca de Arroz; 90 misturas de Farelo de Algodão 40% e Casca de Algodão e 105 misturas de Farelo de Soja e Casca de Soja.

3.3. Delineamento Estatístico

O trabalho com cada um dos farelos e respectivos tratamentos foi considerado como um experimento individual, totalizando-se três experimentos.

Foi considerado o município de origem do produto estudado, convencionando-se os símbolos seguintes:

- M1 : Maringá, PR
- M2 : Paulínea, SP
- M3 : Ponta Grossa, PR
- M4 : Volta Redonda, PR
- M5 : Ribeirão Preto, SP
- M6 : São Lourenço da Mata, PE
- M7 : Canoas, RS

O farelo soja teve amostra de todas procedências, o de arroz não teve de M1 e M6, e o de algodão 40% não teve de M6, por falta de disponibilidade.

Os tratamentos testados para cada origem a adição de casca aos farelos, em 7 níveis na mistura:

- T1 : 0% de casca
- T2 : 10% de casca
- T3 : 20% de casca
- T4 : 30% de casca
- T5 : 40% de casca
- T6 : 50% de casca
- T7 : 100% de casca

Os tratamentos denominados "zero" de adição de casca, referem-se aos farelos em condições de mercado (venda), não significando que estes não possuam casca respectiva, já adicionada. O farelo de soja, que possui originalmente cerca de 51% de proteína bruta, conforme CAMARA *et alii* (s/d), quando sai do processo de extração do óleo, recebe a adição de casca de soja, que possui aproximadamente 10% de proteína bruta, até o nível de proteína bruta do mesmo baixar para os patamares entre 44 e 47%. Portanto o farelo de soja, já recebe na própria indústria a adição de casca de soja entre 10 e 17%.

No farelo de algodão 40% a adição de casca na própria indústria é ainda maior (entre 16,5 e 23,5%, aproximadamente), já que este possui em seu estado puro (ABRAHÃO *et alii*, s/d) entre 47 e 51% de proteína bruta, e sua casca aproximadamente 4,5% de proteína bruta.

Para o farelo de arroz cru, torna-se difícil de se traçar parâmetros de valores de adição de casca nas beneficiadoras, pois como explicam CAMARGO *et alii* (s/d), no próprio processo de brunimento e polimento dos grãos do arroz existe a contaminação natural com a casca do farelo de arroz resultante, em maior ou menor escala, depende do tipo de maquinário utilizado.

As variáveis foram obtidas das análises física e químicas de cada ingrediente, sendo que para a análise física mediu-se apenas a "densidade aparente" (Densid.) e para a análise química mediram-se: Umidade (UM), proteína

bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e matéria mineral (MM).

Os três experimentos foram conduzidos em condições idênticas (em laboratório), seguindo o delineamento inteiramente casualizado conforme modelo de equação de regressão linear a seguir:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + e_{ij},$$

com $i = 1, \dots, I$ e $j = 1, \dots, J$, onde:

y_{ij} é a resposta da j -ésima repetição ao i -ésimo nível do tratamento;

μ é a média geral;

τ_i é o efeito do i -ésimo nível de tratamento;

e_{ij} é o efeito da variação do acaso, não controlada, supondo-se que $e_{ij} \overset{\text{NID}}{\sim} N(0, \sigma^2)$.

Foram feitas análises de variância para a variável "densidade aparente" (Densid.), para cada experimento, e para cada município de origem, cujo esquema (PIMENTEL GOMES, 1985) é mostrado na Tabela 5.

Tabela 5. Esquema da análise de variância individual para cada experimento e para cada um dos municípios de origem.

FONTES DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE (G.L.)
Níveis de adição de casca	I - 1
Resíduo	I(J - 1)
Total	IJ - 1

Por se tratar de fator quantitativo (níveis de adição de casca), sempre que o teste F evidenciava diferença significativa entre os níveis eram desdobrados os graus de liberdade dos tratamentos em polinômios ortogonais, verificando-se através da análise de regressão polinomial qual a função que melhor explicava a relação funcional entre os níveis de adição de casca e a densidade do produto. O esquema da análise de regressão polinomial é mostrado na Tabela 6.

Tabela 6. Esquema da análise da regressão polinomial para os níveis de adição de casca, para os três experimentos e para cada um dos municípios de origem.

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE (G. L.)
Reg. Linear	1
Reg. Quadrática	1
Desvios da Regressão	I - 3
Resíduo	I(J - 1)

Para as variáveis provenientes da análise química foram realizadas análise de regressão linear simples entre cada uma delas com a variável "Densid.", de acordo com o modelo:

$$Y_{ij} = a + bx_i + e_{ij}$$

onde Y_{ij} é a resposta de cada variável medida pela análise química;

x é a resposta da variável densidade;

a e b são parâmetros a serem estimados;

e_{ij} é o erro aleatório, supondo-se $e_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$.

O esquema de análise de variância para este modelo é mostrado na Tabela 7.

Tabela 7. Esquema da análise de regressão linear entre a variável densidade e cada uma das variáveis provenientes da análise química, para cada experimento e para cada um dos municípios de origem.

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE (G. L.)
Regressão	1
Resíduo	$I(J - 1)$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido a utilização de ingredientes que mantêm distintas características entre si, os resultados foram apresentados individualmente e em separado, bem como suas discussões.

A mesma metodologia básica e os mesmos tratamentos foram aplicados aos três ingredientes. O estudo visou basicamente verificar se há possibilidade de utilização da "densidade aparente" como parâmetro de avaliação da composição química bromatológica nos ingredientes estudados. Inicialmente investigou-se o efeito dos tratamentos (adição de casca) sobre a "densidade aparente" dos farelos e posteriormente a influência da variação da referida densidade sobre a composição química bromatológica dos mesmos.

4.1. Farelo de Algodão

Os farelos de algodão utilizados são comercialmente denominados de "Farelo de Algodão 40%" (Abrahão *et alii*, s/d; NRC, 1983; EMBRAPA, 1985; ANFAR, 1985; FEEDS-TUFFS, 1990; EINSMINGER & OLENTINI, 1978), a porcentagem se refere à proteína bruta que eles devem conter. Na prática

este tipo de farelo poderá apresentar de 36 a 42% de proteína bruta, o que depende da origem (fornecedor).

Os resultados das análises (física e químicas) das amostras e repetições colhidas nas 6 origens utilizadas estão listados na Tabela I do Apêndice.

As análises estatísticas dos resultados demonstraram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as 6 origens estudadas, portanto os resultados e as análises estatísticas são apresentados e comentados por origem.

4.1.1. Densidade aparente em função da porcentagem de adição de casca (tratamentos)

As análises da variância para a "densidade aparente" (densid.) em função da adição de casca (AC) no farelo de algodão 40%, para cada local de origem, estão resumidas na Tabela 8.

Tabela 8. Análise da variância para a densid. em função da AC no farelo de algodão 40%, em cada local de origem.

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M1	M2	M3
Níveis de AC	6	2.963,76 **	4.228,76 **	4.606,00 **
Resíduo	14	4,19	10,95	5,29
Total	20			

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M4	M5	M7
Níveis de AC	6	4.228,10 **	13.153,86 **	6.300,33 **
Resíduo	14	6,76	21,29	15,48
Total	20			

** = Significativo, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Verifica-se, pela Tabela 8, que houve diferença significativa entre os níveis de adição de casca para a variável densidade, em todos os locais de origem.

As análises de regressão polinomial para os níveis de adição de casca no farelo de algodão, para a variável densidade, estão resumidas na Tabela 9.

Tabela 9. Análise de regressão polinomial para os níveis de AC no farelo de algodão 40%, para a variável densid., em cada local de origem.

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M1	M2	M3
Reg. Linear	1	15.950,58**	15.256,69**	16.544,53**
Reg. Quad.	1	369,81**	4.013,63**	155,86**
Desvios da Reg.	4	365,55**	2.047,23**	2.733,90**
Resíduo	14	4,19	10,95	5,29

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M4	M5	M7
Reg. Linear	1	18.190,64**	66.476,84**	34.580,61**
Reg. Quad.	1	5.413,82**	5.910,22**	1.873,79**
Desvios da Reg.	4	438,03**	1.634,02**	336,90**
Resíduo	14	6,76	21,29	15,48

** = Significativo, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Pela Tabela 9 evidencia-se significância estatística para as regressões linear e quadrática, bem como para os desvios da regressão para os níveis de AC sobre a densidade aparente no farelo do algodão, em todas as origens.

Através do coeficiente de determinação (R^2), optou-se pela regressão quadrática apenas para as origens M2 e M4, optando-se pela equação linear para as demais origens.

As equações ajustadas, com $X \in [0, 100]$, assim como os respectivos coeficientes de determinação (R^2), encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10. Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para a densidade aparente do farelo de algodão 40% em função dos níveis de AC, em cada local de origem.

ORIGEM	EQUAÇÕES AJUSTADAS	R^2 (%)
M1	$Y = 569,65 - 0,900X$	89,70
M2	$Y = 588,30 - 2,306X + 0,014X^2$	82,60
M3	$Y = 588,72 - 0,916X$	59,87
M4	$Y = 595,38 - 2,617X + 0,016X^2$	93,09
M5	$Y = 617,01 - 1,836X$	84,23
M7	$Y = 576,63 - 1,324X$	91,48

Através das equações apresentadas na Tabela 10, e das Figuras 15 a 20, pode-se inferir que, para a origem M2, houve um ponto de mínimo na densidade em torno de 82,60% de AC, para a origem M4 o ponto de mínimo ficou em torno de 80,71%. Para as demais origens, pode-se inferir que há uma relação linear negativa entre AC e densid., isto é, à medida em que se aumentam os níveis de AC diminui a densid.

Figura 15. Influência da adição de casca (AC) sobre o valor da "densidade aparente" (densid.) no farelo de algodão 40% da origem M1.

Figura 16. Influência da adição de casca (AC) sobre o valor da "densidade aparente" (densid.) no farelo de algodão 40% da origem M2

Figura 17. Influência da adição de casca (AC) sobre o valor da "densidade aparente" (densid.) no farelo de algodão 40% da origem M3.

Figura 18. Influência da adição de casca (AC) sobre o valor da "densidade aparente" (densid.) no farelo de algodão 40% da origem M4.

Figura 19. Influência da adição de casca (AC) sobre o valor da "densidade aparente" (densid.) no farelo de algodão 40% da origem M5.

Figura 20. Influência da adição de casca (AC) sobre o valor da "densidade aparente" (densid.) no farelo de algodão 40% da origem M7.

As médias da densidade aparente originais e as médias ajustadas pela equação de regressão polinomial encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11. Médias originais da "densidade aparente" e médias ajustadas pela equação de regressão polinomial para os níveis de AC na densid. do farelo de algodão 40%, em cada local de origem.

NÍVEIS DE AC	M1		M2		M3	
	ORIGIN.	AJUSTAD.	ORIGIN.	AJUSTAD.	ORIGIN.	AJUSTAD.
0	568,00	569,65	615,00	588,30	625,00	588,72
10	569,67	560,65	533,00	566,64	550,00	579,56
20	550,33	551,66	530,00	547,77	560,00	570,40
30	555,00	542,66	554,33	531,69	533,00	561,23
40	518,33	533,67	516,00	518,40	566,00	552,07
50	515,00	524,67	514,67	507,90	563,00	542,91
100	486,33	479,70	495,00	492,30	495,00	497,11

NÍVEIS DE AC	M4		M5		M7	
	ORIGIN.	AJUSTAD.	ORIGIN.	AJUSTAD.	ORIGIN.	AJUSTAD.
0	604,00	595,38	648,00	617,01	588,00	576,63
10	566,00	570,83	584,00	598,65	566,00	563,39
20	533,00	549,52	591,00	580,28	564,00	550,15
30	535,67	531,46	550,00	561,92	516,33	536,90
40	530,00	516,63	552,00	543,56	515,00	523,66
50	501,00	505,06	479,00	525,20	500,00	510,41
100	495,00	495,79	456,00	433,38	456,00	444,19

Com base nas equações ajustadas pode-se prever as alterações que sofrerá o valor da "densidade aparente" do

farelo de algodão 40% nas 6 origens estudadas, a cada alteração na porcentagem de adição de casca. Por exemplo, para origem M1 a "densidade aparente" passaria para $0,56875 \text{ g/cm}^3$ com a adição de mais 1% de casca do farelo, isto é, uma redução de 0,158%. Com 10% a mais de casca, haveria uma redução de 1,58% ($9,00 \text{ g/cm}^3$) no valor da "densidade aparente". A Tabela 12 mostra as diferentes variações no valor da "densidade aparente" em cada origem estudada proveniente da adição de casca.

Tabela 12. Variação no valor da "densidade aparente" decorrente da adição de 10% de casca de algodão aos farelos nas 6 origens estudadas.

ORIGENS	DENSID. APAR. (8/1000 ml) INICIAL (AJUSTADA) ¹	DENSID. APAR. ESTIM. (8/1000 ml) APÓS ADIÇÃO 10% CASCA	% VARIÇÃO
M1	569,65	560,65	- 1,58
M2	588,30	566,64	- 3,68
M3	588,72	579,56	- 1,55
M4	595,38	570,81	- 4,13
M5	617,01	598,65	- 2,97
M7	576,63	563,39	- 2,29

¹ = Proveniente da equação de regressão ajustadas.

Observa-se que nas origens onde há tendência de regressão com modelo quadrático (M2 e M4) ocorre maior decréscimo no valor da "densidade aparente" com o aumento na porcentagem de adição de casca, comparando-a com as demais estudadas. Para origem M3 onde o R^2 foi o mais baixo, a re-

dução manteve-se em proporção semelhante à origem M1, onde o R^2 foi alto (89,70%), o que permite observar que nas duas origens os resultados tenderão a seguir a mesma proporcionalidade.

O fato da casca de algodão pura (tratamento 100% de adição de casca) apresentar valores de densidade aparente entre 0,454 e 0,496 g/cm³ e o farelo puro (zero de adição de casca) 0,567 a 0,652 g/cm³, nas origens estudadas (Tabela I do Apêndice), poderia permitir uma previsão do que aconteceu na realidade, ou seja: à medida em que se adiciona casca de algodão no farelo, a densidade aparente sofre decréscimo no seu valor.

Baseando-se na composição química da casca, onde a maior participação é da α celulose (em média 44% do total) e do farelo onde a maior participação é da proteína bruta (40%), segundo ABRAHÃO *et alii* (s/d), não seria possível só por estas informações prever o que ocorreria com a valores da "densidade aparente" já que a celulose possui densidade sólida que varia de 1,27 a 1,61 g/cm³, enquanto que a da proteína (globular) aproximadamente é de 1,4 g/cm³, conforme TRIEBOLD & AURAND (1963) e PELEG & BAGLEY (1983).

Como muitos fatores interferem na "densidade aparente" (composição do material, densidade de partícula porosidade, forma e distribuição das partículas, etc.). Cada tipo de partícula que compõe o material pode apresentar diferentes tipos de poros e pode reter pó, umidade ou ar no seu interior. Com base nestas afirmações de PELEG & BAGLEY

(1983), pode-se supor que no caso da casca de algodão, suas partículas teriam grande porosidade e que poderia haver espaços vazios ocupados pelo ar. Para confirmação destas suposições necessita-se lançar mão do uso de microscopia eletrônica.

4.1.2. Composição química bromatológica em função da variação na "densidade aparente"

4.1.2.1. Umidade

As análises de regressão entre umidade (UM) e densidade aparente do farelo de algodão 40%, para cada origem, encontram-se resumidas na Tabela 13.

Tabela 13. Análise de regressão linear entre umidade (UM) e "densidade aparente" (densid.) do farelo de algodão 40%, para cada origem.

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M1	M2	M3
Regressão	1	0,35 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Resíduo	19	0,13	0,60	0,19
Total	20			

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M4	M5	M7
Regressão	1	1,34 ^{**}	9,39 ^{**}	9,55 ^{**}
Resíduo	19	0,09	0,23	0,39
Total	20			

ns = Não significativa, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

** = Significativa, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Pela Tabela 13 verifica-se que houve regressão linear significativa entre UM e Densid. apenas nos locais M4 e M5 e M7.

As Figuras de 21 a 23 ilustram as retas de regressão linear significativas entre UM e Densid. e seus respectivos Intervalos de Confiança (I.C.) do farelo de algodão 40%.

$$Y = 6,67 + 0,007X$$

Figura 21. Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de umidade (UM) no farelo de algodão 40% para origem M4.

$$Y = 16,47 - 0,011X$$

Figura 22. Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de umidade (UM) no farelo de algodão 40% para origem MS.

As equações ajustadas e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), para as origens onde houve regressão significativa entre UM e Densid. do farelo de algodão 40%, encontram-se na Tabela 14.

Tabela 14. Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para a umidade em função da densidade do farelo de algodão 40%, em cada local de origem.

ORIGEM	EQUAÇÕES AJUSTADAS	R^2 (%)
M4	$Y = 6,67 + 0,007X$	44,16
M5	$Y = 16,47 - 0,011X$	68,16
M7	$Y = 15,52 - 0,009X$	23,47

Pela Tabela 14 observa-se que, embora haja evidências de relação entre UM e Densid. nesses 3 locais de origem, essa relação é mais acentuada para a origem M5.

Para origem M7, embora a regressão linear tenha sido significativa o baixo valor do coeficiente de determinação evidencia que a regressão linear não é adequada para explicar a relação entre "UM e Densid." neste local de origem.

Esses resultados não demonstram evidência tão marcante da influência da "densidade aparente" sobre os valores da umidade no farelo de algodão 40% para o tipo de metodologia usada. Se o fosse da influência inversa, ou seja, influência da variação do conteúdo umidade sobre os valores

da "densidade aparente", talvez houvesse semelhança aos resultados apresentados por CHUMA *et alii* (1981) e WALLAPAPAN & SWEAT (1982), porém com os resultados encontrados não permitem a mesma inferência.

TRIEBOLD & AURAND (1963) apresentam tabela (Tabela 3) onde a densidade da água varia conforme a temperatura, porém, utilizam-se da densidade $1,0000 \text{ g/cm}^3$. PELEG & BAGLEY (1983) apresentam tabela (Tabela 2) onde se observa que a densidade aparente nos alimentos ali listados está entre 0,28 e 0,96 relacionadas aos respectivos conteúdos de umidade, e que, sendo a densidade sólida da maioria dos componentes (nutrientes) dos alimentos por volta de $1,4 \text{ g/cm}^3$, aqueles ingredientes ali alistados possuíam porosidade entre 40 - 80%. Nesse caso pode-se supor que à medida em que a água (umidade) for tomando os espaços ocupados pelo ar, a densidade do alimento tenderá a aumentar, ou seja, há uma relação direta e positiva. No entanto, no caso do farelo de algodão 40%, isso não se evidenciou, observando-se relação inversa para a origem M5 e M7, enquanto que na M4, onde houve significância, a relação foi diretamente proporcional, ou seja, resultados que não permitem avaliar com segurança, principalmente comparando-se com os resultados de WOODBURY & WEINHEINER (1965) que evidenciam alta correlação entre a "densidade aparente" e porcentagem de matéria seca, em três épocas distintas de colheitas de batata Russet burbank. Porém, a batata possui muita água (79%) e baixa fibra (2%) (FEED REDBOOK, 1990), o que difere bastante do farelo de

algodão 40%, que possui no máximo 12,5% de água e cerca de 18% de fibra bruta (ANFAR, 1985; EMBRAPA, 1985; FEEDSTUFFS, 1990).

4.1.2.2. Proteína bruta

As análises de regressão entre proteína bruta (PB) e "densidade aparente" (densid.) do farelo de algodão 40%, para cada local de origem, encontram-se na Tabela 15.

Tabela 15. Análise de regressão linear entre PB e Densid. do farelo de algodão 40%, para cada local de origem.

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M1	M2	M3
Regressão	1	1.673,05**	1.701,72**	1.356,38**
Resíduo	19	13,00	33,62	30,23
Total	20			

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M4	M5	M7
Regressão	1	1.155,55**	2.197,40**	9.465,55**
Resíduo	19	33,25	11,34	26,54
Total	20			

** = Significativo, pelo teste f, ao nível de 1% de probabilidade.

Pelos resultados da Tabela 15, verifica-se que houve regressão linear significativa entre PB e Densid. do farelo de algodão para todos os locais de origem.

As Figuras 24 a 29 mostram as retas de regressão e seus respectivos Intervalos de Confiança, para todas as origens.

$$Y = - 141,41 + 0,306X$$

Figura 24. Influência da variação nos valores da "Densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelos de algodão 40% para origem M1.

$$Y = - 108,46 + 0,248X$$

Figura 25. Influência da variação nos valores da "Densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de algodão 40% para origem M2.

$$Y = - 98,79 + 0,221X$$

Figura 26. Influência da variação nos valores da "Densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de algodão 40% para origem M3.

$$Y = - 89,62 + 0,213X$$

Figura 27. Influência da variação nos valores da "Densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de algodão 40% para origem M4.

$$Y = - 66,60 + 0,167X$$

Figura 28. Influência da variação nos valores da "Densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de algodão 40% para origem MS.

Figura 29. Influência da variação nos valores da "Densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de algodão 40% para origem M7.

As equações ajustadas e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), para todos os locais de origem, encontram-se na Tabela 16.

Tabela 16. Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para PB em função da densid. do farelo de algodão 40%, para cada local de origem.

ORIGEM	EQUAÇÕES AJUSTADAS	R^2 (%)
M1	$Y = - 141,41 + 0,306X$	87,13
M2	$Y = - 108,46 + 0,248X$	72,71
M3	$Y = - 98,79 + 0,221X$	70,25
M4	$Y = - 89,62 + 0,213X$	64,65
M5	$Y = - 66,60 + 0,167X$	91,07
M7	$Y = - 91,78 + 0,217X$	66,41

Conforme os valores do coeficiente de determinação (R^2), observa-se que houve alta correlação entre PB e Densid. do farelo de algodão, para a maioria das origens. Pelas equações ajustadas, vê-se que todas as correlações foram positivas.

As origens M1 e M5 foram as que apresentaram maior R^2 e com maior proximidades dos pontos em relação a reta da regressão (Figuras 24 a 28).

A Tabela 17 mostra valores estimados para porcentagem de proteína do farelo de algodão 40% para 2 valores distintos de "densidade aparente" nas diferentes origens estudadas. Os valores de 0,650 e 0,550 g/cm³ adotados encon-

tram-se dentro da faixa de variação dos resultados das análises reais realizadas no farelo de algodão 40% (Tabela I do Apêndice).

Tabela 17. Valores estimados para porcentagem de proteína bruta (1) no farelo de algodão 40% para 2 valores distintos de "densidade aparente" (0,650 e 0,550 g/cm³) nas origens estudadas.

ORIGENS	DENSID. APARENTE (g/cm ³)		% DE VARIACÃO	NÍVEL DE SEGURANÇA (R ²) (%)
	0,650	0,550		
M1	57,49 ⁽¹⁾	26,89 ⁽¹⁾	- 53,23	87,13
M2	52,74 ⁽¹⁾	27,94 ⁽¹⁾	- 47,02	72,71
M3	44,86 ⁽¹⁾	22,76 ⁽¹⁾	- 49,26	70,25
M4	48,83 ⁽¹⁾	27,53 ⁽¹⁾	- 43,62	64,65
M5	41,95 ⁽¹⁾	25,25 ⁽¹⁾	- 39,81	91,07
M7	49,27 ⁽¹⁾	27,57 ⁽¹⁾	- 44,04	66,41

(1) = Valores calculados com base nas equações de regressão ajustadas.

Esses resultados mostram que com a redução de 0,100 g/cm³ na "densidade aparente" do farelo de algodão ocorrerá uma redução no valor da porcentagem de proteína bruta de sua composição entre 40 e 50%, se a causa na redução do valor da "densidade aparente" for o aumento na porcentagem da adição de cascas de algodão no mesmo.

Estas equações de regressão ajustadas permitem calcular as variações de 0,050, 0,010 ou até 0,001 g/cm³ de alterações nos valores da "densidade aparente" do mesmo.

Como houve queda no valor da "densidade aparente" do farelo, à medida em que se adicionou casca, e

tendo a casca de 3,98 a 4,66% de proteína bruta contra 36,11 a 40,11% de proteína bruta no farelo (Tabela I do Apêndice), considera-se normal o fato de que à medida em que se adiciona mais casca ao farelo o valor da proteína bruta também caía, e vice-versa.

Sendo proteína o maior componente do farelo, essa relação direta com o valor da densidade aqui encontrada é indício de que para esse nutriente a medida da "densidade aparente" como controle de qualidade, seria válida como indicativa de adição de casca.

Considerando-se a proteína bruta como parte constituinte da matéria seca, os resultados aqui encontrados convergem com os de WOODBURY & WEINHEINER (1965), referentes a batata, apresentando estreita semelhança no comportamento dos resultados e semelhança na tendência das retas de regressão linear. Porém, essa comparação é muito frágil por se tratar de alimentos totalmente distintos em sua composição, pois, o farelo de algodão 40% é elevado em proteína e celulose, enquanto que a batata é elevada em umidade e amido. Essa fragilidade é acentuada pelo comportamento inconstante da correlação entre "densidade aparente" e porcentagem de umidade no farelo de algodão 40%.

4.1.2.3. Extrato etéreo

As análises de regressão entre extrato etéreo (EE) e densidade aparente (densid.) do farelo de algodão, para cada origem, encontram-se resumidas na Tabela 18.

Tabela 18. Análise de regressão linear entre EE e Densid. do farelo de algodão, 40% para cada local de origem.

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M1	M2	M3
Regressão	1	1,22*	0,42*	0,23 ^{ns}
Resíduo	19	0,18	0,09	0,15
Total	20			

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M4	M5	M7
Regressão	1	0,13 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Resíduo	19	0,22	0,07	0,19
Total	20			

ns = Não significativo, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

* = Significativo, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Pela Tabela 18, verifica-se que há evidências de regressão linear entre EE e Densid. do farelo de algodão 40% apenas nas origens M1 e M2.

As Figuras 30 e 31 ilustram as retas de regressão e seus respectivos Intervalos de Confiança, para os locais de origem onde houve regressão significativa EE e Densid.

$$Y = 5,23 - 0,008X$$

Figura 30. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de extrato etéreo (EE) no farelo de algodão 40% para origem M1.

$$Y = 3,21 - 0,004X$$

Figura 31. Influência da variação nos valores da "densidade aparente (Densid.) sobre a porcentagem de extrato etéreo (EE) no farelo de algodão 40% para origem M2

As equações ajustadas e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), para os locais de origem onde houve regressão significativa entre Densid. e EE encontram-se na Tabela 19.

Tabela 19. Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para extrato etéreo em função da densidade aparente do farelo de algodão 40%, em cada local de origem.

ORIGEM	EQUAÇÕES AJUSTADAS	R^2 (%)
M1	$Y = 5,23 - 0,008X$	24,94
M2	$Y = 3,21 - 0,004X$	19,85

Pelos valores dos coeficientes de determinação (R^2) apresentados na Tabela 19, pode-se considerar que, apesar da regressão significativa entre as duas variáveis, a correlação entre elas é muito baixa (grande número de pontos fora dos intervalos de confiança) e não demonstrando tendência de regressão entre as variáveis estudadas.

Observando-se os resultados dos valores da "densidade aparente" e do extrato etéreo na Tabela I do Apêndice, percebe-se a razão da baixa correlação entre essas duas variáveis, e que por razões desconhecidas houve uma tendência não uniforme nos resultados de análises de E.E. das misturas (casca mais farelo) sendo estes inferiores aos ingredientes puros (farelo e casca).

Já que TRIEBOLD & AURAND (1963) e PELEG & BAGLEY (1983) afirmam que a densidade da gordura (extrato etéreo) está entre 0,90 e 0,95 g/cm³ e que a casca de algodão em algumas origens apresentou extrato etéreo em nível acima do farelo (caso da M1, M2 e M3), esperava-se aumento no valor extrato etéreo das misturas respectivas e interferência direta no valor da "densidade aparente", porém isso não ocorreu. O baixo valor na porcentagem de EE na composição tanto do farelo quanto de casca pode ter influenciado nos resultados.

Os fatos sugerem que há necessidade de tentativas futuras para evidenciar correlação entre "densidade aparente" e extrato etéreo no farelo de algodão, pois através do uso da metodologia e tratamentos (adição de casca) aqui empregados, isso não foi possível.

4.1.2.4. Fibra bruta

As análises de regressão entre fibra bruta (FB) e "densidade aparente" (densid.) do farelo de algodão, para cada local de origem, encontram-se resumidas na Tabela 20.

Tabela 20. Análises de regressão linear entre FB e densid. do farelo de algodão 40%, para cada local de origem.

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M1	M2	M3
Regressão	1	870,06 **	399,84 **	630,39 **
Resíduo	19	4,10	22,16	13,27
Total	20			

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M4	M5	M7
Regressão	1	343,21 **	770,28 **	3922,45 **
Resíduo	19	14,83	11,45	15,53
Total	20			

** = Significativo, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Pela Tabela 20 verifica-se que houve regressão linear significativa entre Densid. e FB para todos os locais de origem.

As Figuras 32 a 37 ilustram as retas de regressão e seus respectivos Intervalos de Confiança para FB em função da densid., para todas as origens.

$$Y = 148,76 - 0,221X$$

Figura 32. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de algodão 40% para origem M1.

$$Y = 15,24 - 0,028X$$

Figura 33. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de algodão 40% para origem M2.

$$Y = 111,94 - 0,151X$$

Figura 34. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de algodão 40% para origem M3.

$$Y = 90,97 - 0,116X$$

Figura 35. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de algodão 40% para origem M4.

$$Y = 83,47 - 0,099X$$

Figura 36. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de algodão 40% para origem MS.

Figura 37. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de algodão 40% para origem M7.

As equações ajustadas para FB em função da densid. do farelo de algodão, e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), para cada local de origem, encontram-se na Tabela 21.

Tabela 21. Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para fibra bruta em função da densidade aparente do farelo de algodão 40%, para cada local de origem.

ORIGEM	EQUAÇÕES AJUSTADAS	R^2 (%)
M1	$Y = 148,76 - 0,221X$	91,78
M2	$Y = 15,24 - 0,028X$	48,71
M3	$Y = 111,94 - 0,151X$	71,42
M4	$Y = 90,97 - 0,116X$	54,91
M5	$Y = 83,47 - 0,099X$	77,98
M7	$Y = 123,64 - 0,178X$	67,79

Os valores de R^2 observados na Tabela 21 indicam que, embora haja regressão significativa entre as duas variáveis para todas as origens, as maiores correlações foram para as origens M1, M3 e M5. Observa-se também que a relação entre elas foi negativa para todas as origens, isto é, à medida em que aumenta a densidade diminui a FB do farelo de algodão.

A Tabela 22 mostra valores estimados para a porcentagem de fibra bruta do farelo de algodão em 2 valores distintos de "densidade aparente" no mesmo, nas origens estudadas.

Tabela 22. Valores estimados para porcentagem de fibra bruta (1) no farelo de algodão em 2 valores de "densidade aparente" distintas (0,650 e 0,550 g/cm³) nas 6 origens estudadas.

ORIGEM	DENSID. APARENTE (g/cm ³)		% DE VARIACÃO	NÍVEL DE SEGURANÇA (%) (R ²)
	0,650	0,550		
M1	5,11	27,21	+ 432,00	91,78
M2	- 2,96	- 0,16	+ 94,59	48,71
M3	13,79	28,89	+ 109,50	71,42
M4	15,57	27,17	+ 74,50	54,91
M5	19,12	29,02	+ 51,78	77,98
M7	7,94	25,74	+ 224,18	67,79

(1) = Valores calculados com base nas equações de regressão ajustadas.

Os resultados expressos na Tabela 22 demonstram que a regressão linear não explica satisfatoriamente a correlação entre "densidade aparente" e porcentagem de fibra bruta no farelo de algodão da origem M2 principalmente, e de M4 e M7 (nível baixo de segurança). Como para procura de uma equação que melhor explique esta correlação.

No caso da fibra bruta, as tendências foram distintas nas diferentes origens, o que não permite aconselhar o uso da "densidade aparente" como medida capaz de avaliar a porcentagem desta no farelo de algodão para todas origens em conjunto, mas sim individualmente principalmente para origem M1, com 91,78 de nível de segurança, e onde obteve-se ainda que a variação de 0,100 g/cm³ a menos no valor da "densidade aparente" resulta num aumento de aproximadamente 5,32 vezes na porcentagem de FB.

Como a casca pura apresenta valor da fibra bruta entre 39,16 e 44,19% e farelo puro 14,86 e 24,19% e densidade aparente de 0,454 a 0,496 g/cm³ e 0,567 a 0,652 g/cm³, respectivamente, com o aumento na adição de casca do farelo houve queda no valor da densidade aparente e aumento na porcentagem de fibra bruta. Portanto essa correlação, apesar de alta somente para origem M1, mostra que variações no valor da densidade aparente do farelo de algodão indicam (com 91,78% de margem de segurança no caso da origem M1) variações na porcentagem de fibra.

ABRAHÃO *et alii* (s/d) citam que 70% da fibra existente na casca de algodão seria α celulose. Como neste caso a porcentagem de fibra bruta variou entre 39,16 e 44,19% (Tabela I do Apêndice), teríamos 27,41 e 30,93% de α celulose nas cascas aqui utilizadas, e se a celulose possui 1,27 a 1,61 g/cm³ de densidade sólida (PELEG & BAGLEY, 1983), valores, estes bem maiores que os encontrados tanto para o farelo quanto para casca pura, nos faz voltar a pensar no tipo de partícula, atividade de superfície destas e tipo de porosidade, pois partículas compostas basicamente de celulose demonstraram ter seu valor de "densidade aparente" diminuído.

O uso de microscopia eletrônica, permitiria verificar como de fato ocorrem essas relações, inclusive elucidar o tipo de "stress" que as partículas com alto teor de fibra sofrem quando passam pelos moinhos.

4.1.2.5. Matéria mineral

As análises de regressão linear entre matéria mineral (MM) e densidade aparente (densid.) do farelo de algodão encontram-se resumidas na Tabela 23.

Tabela 23. Análise de regressão linear entre matéria mineral e densidade aparente do farelo de algodão, para cada local de origem.

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M1	M2	M3
Regressão	1	11,25**	5,19*	5,93**
Resíduo	19	0,10	0,91	0,37

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M4	M5	M7
Regressão	1	6,88**	10,95**	48,66**
Resíduo	19	0,23	0,13	0,35
Total	20			

* = Significativo, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

** = Significativo, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Pela Tabela 23 verifica-se que houve regressão linear significativa entre Densid. e MM para todos os locais de origem.

As Figuras 38 a 43 ilustram as retas de regressão e seus respectivos Intervalos de Confiança, para todas as origens.

Figura 38. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de algodão 40% para origem M1.

$$Y = - 2,60 + 0,014X$$

Figura 39. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MMD no farelo de algodão 40% para origem M2.

$$Y = - 3,62 + 0,015X$$

Figura 40. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MMD no farelo de algodão 40% para origem M3.

$$Y = - 4,25 + 0,016X$$

Figura 41. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de algodão 40% para origem M4.

$$Y = - 1,93 + 0,012X$$

Figura 42. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MMD no farelo de algodão 40% para origem MS.

Figura 43. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MMD no farelo de algodão 40% para origem M7.

As equações ajustadas e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), entre MM e Densid. do farelo de algodão 40%, para todas as origens, encontram-se na Tabela 24.

Tabela 24. Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para a matéria mineral em função da densidade aparente do farelo de algodão 40%, em cada local de origem.

ORIGEM	EQUAÇÕES AJUSTADAS	R^2 (%)
M1	$Y = - 9,18 + 0,025X$	85,12
M2	$Y = - 2,60 + 0,014X$	23,17
M3	$Y = - 3,62 + 0,015X$	45,85
M4	$Y = - 4,25 + 0,016X$	60,71
M5	$Y = - 1,93 + 0,012X$	81,37
M7	$Y = - 5,03 + 0,018X$	60,73

Pela Tabela 24, observa-se que embora haja regressão significativa entre as duas variáveis em todas as origens, essa correlação é mais acentuada nas origens M1 e M5, sendo que nas demais a regressão linear explica com baixo nível de segurança a correlação entre densid. e MM.

A Tabela 25 mostra valores estimados para a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de algodão nas origens estudadas.

Tabela 25. Valores estimados de porcentagem de matéria mineral (1) no farelo de algodão 40% em 2 valores distintos de "densidade aparente" (0,650 e 0,550) nas 6 origens estudadas.

ORIGEM	DENSID. APARENTE (g/cm ³)		% DE VARIACÃO	NÍVEL DE SEGURANÇA (%)
	0,650	0,550		
M1	7,07 ⁽¹⁾	4,57 ⁽¹⁾	- 35,36	85,12
M2	6,50 ⁽¹⁾	5,10 ⁽¹⁾	- 21,54	23,17
M3	6,13 ⁽¹⁾	4,63 ⁽¹⁾	- 24,46	45,85
M4	6,15 ⁽¹⁾	4,55 ⁽¹⁾	- 26,02	60,71
M5	5,87 ⁽¹⁾	4,67 ⁽¹⁾	- 20,44	81,37
M7	6,67 ⁽¹⁾	4,87 ⁽¹⁾	- 26,98	60,73

(1) = Resultados baseados nas equações de regressão ajustadas

Como se pode observar nos resultados da Tabela 25, a cada 0,100 g/cm³ de redução no valor da "densidade aparente" do farelo de algodão houve uma redução correspondente no valor de matéria mineral no mesmo, e esta variou entre 20 a 30% na maioria das origens estudadas (excessão da M1). Devido ao nível baixo de segurança (R^2), não se pode considerar que a relação linear explique a correlação existente entre a "densidade aparente" e a porcentagem de matéria mineral no farelo de algodão, com exceção das origens M1 e M5 onde o nível de segurança é alto.

Evidencia-se também nesse caso a necessidade de outros estudos para refinamento de técnicas e avaliações das relações entre estes dois parâmetros de medidas no farelo de algodão.

Os valores para matéria mineral encontrados no estudo foram, tanto para o farelo puro, quanto para casca pura, superiores aos apresentados por ABRAHÃO *et alii* (s/d), porém dentro dos níveis propostos pela ANFAR (1985).

Os resultados aqui encontrados, com tendência de aumento na porcentagem de matéria mineral com o aumento na "densidade aparente", denotam coerência com os valores da fração mineral que compõe os alimentos como, por exemplo, o sal (NaCl) que possui densidade de $2,16 \text{ g/cm}^3$, segundo TRIEBOLD & AURAND (1963), que é $0,76 \text{ g/cm}^3$ superior à média ($1,4 \text{ g/cm}^3$) dos demais componentes que constituem os alimentos. Portanto, quanto maior a porcentagem de minerais que possuir um alimento, maior será seu valor de "densidade aparente".

PORTER *et alii* (1964) encontraram a mesma tendência quando estudaram a influência do total de sólidos sobre a Densidade aparente em batatas, em safras de 1962 e 1963, porém com 95% de limite de confiança, enquanto que neste trabalho o limite máximo foi de 85,12%.

4.2. Farelo de Arroz Cru

Farelos de arroz cru utilizados neste estudo são aqueles provenientes do descasque e polimento dos grãos de arroz (*Oryza sativa* L.), representado entre 10 a 12% do peso total do grão de arroz em casca (CAMARGO *et alii*, s/d). Sua composição química bromatológica depende da variedade da semente, clima, solo e tipo de processamento sofrido pelo grão.

Os resultados das análises das amostras das 5 origens utilizadas no estudo estão compilados na Tabela II do Apêndice.

4.2.1. "Densidade aparente" em função da porcentagem de adição de casca (tratamentos)

Para o farelo de arroz cru, obtiveram-se amostras de 5 origens: M2, M3, M4, M5 e M7.

As análises da variância para a densidade aparente (densid.) em função da adição de casca (AC) no farelo de arroz cru, para cada local de origem, estão resumidas na Tabela 26.

Tabela 26. Análise da variância para a densidade aparente (densid.) em função da adição de casca (AC) no farelo de arroz cru, em cada local de origem.

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M2	M3	M4
Níveis de AC	6	65,62**	3209,71**	949,05**
Resíduo	14	6,81	2,62	8,29
Total	20			

F. V.	G. L.	Q. M.	
		M5	M7
Níveis de AC	6	917,43**	1286,86**
Resíduo	14	9,86	4,57
Total	20		

** = Significativo, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Houve diferença significativa entre os níveis de adição de casca (AC) e a "densidade aparente" (densid.) do farelo de arroz cru, em todos os locais de origem (Tabela 26).

As análises de regressão polinomial para os níveis de adição de casca no farelo de arroz cru, para a variável "densidade aparente" estão resumidas na Tabela 27.

Tabela 27. Análise de regressão polinomial para os níveis de AC no farelo de arroz cru, para a variável densid., em cada local de origem.

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M2	M3	M4
Reg. Linear	1	214,36**	17575,66**	467,02**
Reg. Quad.	1	10,67 ^{ns}	1270,81**	5075,58**
Desvios de AC	4	42,65**	102,95**	37,92*
Resíduo	14	6,81	2,62	8,29

F. V.	G. L.	Q. M.	
		M5	M7
Reg. Linear	1	4342,81**	7245,34**
Reg. Quad.	1	910,62**	308,41**
Desvios de AC	4	62,79**	41,85**
Resíduo	14	9,86	4,57

ns = Não significativo, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

* = Significativo, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

** = Significativo, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Constatou-se significância estatística (Tabela 27) para as regressões linear e quadrática, bem como para os desvios da regressão, para os níveis de AC no farelo de arroz cru, em todos os locais, com exceção do local de origem M2, onde a regressão quadrática não foi significativa.

Através do coeficiente de determinação (R^2), optou-se pela regressão quadrática para explicar o comportamento da "densidade aparente" no farelo de arroz cru em função dos níveis de adição de casca para os locais de origem

M4 e M5, e pela regressão linear para explicar esse comportamento para os locais de origem M2, M3 e M7.

As equações ajustadas, com X e $[0; 100]$, e os respectivos coeficientes de determinação (R^2), encontram-se na Tabela 28.

Tabela 28. Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para a densidade aparente do farelo de arroz cru em função dos níveis de AC, para cada local de origem.

ORIGEM	EQUAÇÕES AJUSTADAS	R^2 (%)
M2	$Y = 351,23 + 0,104X$	54,18
M3	$Y = 257,33 + 0,944X$	91,26
M4	$Y = 379,30 - 1,758X + 0,016X^2$	97,34
M5	$Y = 314,92 - 0,21X + 0,007X^2$	95,14
M7	$Y = 309,92 + 0,606X$	93,84

Através das equações apresentadas na Tabela 28, e das Figuras 44 a 48, pode-se inferir que para a origem M4 houve um ponto de mínimo em torno de 55,99% para os níveis de AC com relação à densidade (Figura 46), e para a origem M5 o ponto de mínimo ficou em torno de 15,79%. Para as demais origens, há uma relação linear positiva, isto é, à medida em que se aumentam os níveis de AC, aumenta a densidade.

Figura 44. Efeito dos tratamentos (adição de casca - AC) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de arroz cru para origem M2.

Figura 45. Efeito dos tratamentos (adição de casca - AC) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de arroz cru para origem M3.

Figura 46. Efeito dos tratamentos (adição de casca - AC) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de arroz cru para origem M4.

Figura 47. Efeito dos tratamentos (adição de casca - AC) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de arroz cru para origem MS.

Figura 48. Efeito dos tratamentos (adição de casca - AC) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de arroz cru para origem M7.

As médias originais e as médias ajustadas pela equação de regressão polinomial encontram-se na Tabela 29.

Tabela 29. Médias originais e médias ajustadas pela equação de regressão para os níveis de AC no farelo de arroz cru, para a variável densid., em cada local de origem.

NÍVEIS DE AC	M2 MÉDIAS		M3 MÉDIAS		M4 MÉDIAS	
	ORIG.	AJ.	ORIG.	AJ.	ORIG.	AJ.
0	354,33	351,23	275,00	257,33	380,00	379,31
10	346,00	352,27	265,33	266,77	365,00	363,30
20	354,00	353,31	268,33	276,21	346,00	350,43
30	354,00	354,36	282,00	285,65	339,33	340,70
40	357,00	355,40	286,33	295,09	339,00	334,11
50	359,00	356,44	300,00	304,54	329,33	330,66
100	360,33	361,66	360,33	351,75	360,33	360,50

NÍVEIS DE AC	M5 MÉDIAS		M7 MÉDIAS	
	ORIG.	AJ.	ORIG.	AJ.
0	320,00	314,92	314,00	309,92
10	307,00	313,49	318,00	315,98
20	311,00	313,49	327,00	322,04
30	316,00	314,60	321,33	328,11
40	320,00	317,16	328,33	334,17
50	321,00	321,04	337,00	340,23
100	360,00	360,41	375,33	370,54

ORIG. = Originais;

AJ = Ajustadas;

Observando-se os resultados na Tabela II do Apêndice, verifica-se que a "densidade aparente" dos farelos puros (zero de AC) eram inferiores ao extremo oposto, ou seja, à casca de arroz pura (100% de AC), com exceção da origem M4 que apresentou cerca de $0,020 \text{ g/cm}^3$ a mais, onde os tratamentos (AC) resultaram em declínio no valor da densidade com ponto de mínima no tratamento 50% de AC.

A "densidade aparente" apresentada por CAMARGO *et alii* (s/d), de $0,125 \text{ g/cm}^3$ para casca de arroz, apesar de não especificada, refere-se à mesma em seu estado natural (inteira). Neste trabalho, a casca passa por moagem e padronização de textura e a "densidade aparente" foi próxima de $0,360 \text{ g/cm}^3$, evidenciando que a redução no tamanho das partículas promove aumento no valor de sua "densidade aparente". Em seu estado natural na composição de casca de arroz, há predomínio de fibra bruta (44%) e matéria mineral cerca de 15% (ANFAR, 1958), e a matéria mineral é a que apresenta maior valor de "densidade" entre os nutrientes que compõe os alimentos, como por exemplo, o NaCl (sal) tem densidade de $2,16 \text{ g/cm}^3$, $0,76 \text{ g/cm}^3$ a mais que a média dos nutrientes orgânicos ($1,4 \text{ g/cm}^3$). Com a redução na textura da casca, o efeito da ação dos poros é reduzido, como proposto por PELEG & BAGLEY (1983). Prevalece então o efeito da porcentagem de matéria mineral (15%) da sua composição sobre a "densidade aparente".

Com exceção da origem M5, a média de porcentagem de gordura (EE) nos farelos utilizados foi acima de 16%.

Como esse nutriente tem entre 0,9 e 0,95 g/cm³ de "densidade", conforme TRIEBOLD & AURAND (1963) considerando uma média de 0,925 g/cm³, ele estaria contribuindo com 0,148 g/cm³ no valor da "densidade aparente" em cada farelo. Esperava-se que com o aumento na AC, o valor da "densidade aparente" poderia se reduzir já que a casca possui em média 0,5% de gordura. O fato do R² ser baixo (inferior a 75%) para origem M2, e alto nas demais, inclusive na M4 onde houve tendência de queda na "densidade aparente" até o nível de 50% de AC, dificulta a visualização segura da relação entre as variáveis Densid. e EE, e neste caso permite supor que a relação positiva é dependente da densidade inicial do farelo puro, mas como a maioria dos farelos utilizados possuía valor de "densidade aparente" inferior " da casca de arroz, os valores de R² foram altos. Assume-se a posição de que ao se adicionar casca de arroz moída nos farelos haverá alteração positiva sobre o valor da "densidade aparente", ou melhor essa tendência de correlação diretamente proporcional (positiva) em 4 das 5 origens estudadas, revela que a adição de casca de arroz moída no farelo de arroz cru interfere nos valores da "densidade aparente", explicado com R² acima de 90%, na maioria dos casos.

4.2.2. Composição química bromatológica em função da variação na "densidade aparente"

4.2.2.1. Umidade

As análises de regressão entre umidade (UM) e densidade aparente (Densid.) no farelo de arroz cru, para cada local de origem encontram-se resumidas na Tabela 30.

Tabela 30. Análise de regressão linear entre umidade (UM) e densidade aparente (Densid.) para farelo de arroz cru, para cada município de origem.

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M2	M3	M4
Regressão	1	0,07 ^{ns}	0,76 ^{ns}	7,12 ^{ns}
Resíduo	19	0,87	0,67	0,89
Total	20			

F. V.	G. L.	Q. M.	
		M5	M7
Regressão	1	0,27 ^{ns}	16,72 ^{**}
Resíduo	19	3,14	0,63
Total	20		

ns = Não significativo, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

** = Significativo, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Pela Tabela 30 verifica-se que houve regressão linear significativa entre Densid e UM apenas para o local de origem M7.

A Figura 49 apresenta a reta de regressão e seu respectivo Intervalo de Confiança para o local onde houve regressão significativa entre Densid. e Um.

$$y = 26,70 - 0,046X$$

Figura 49. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de umidade (UM) no farelo de arroz cru para origem M7.

A seguir, encontra-se a equação ajustada e o respectivo coeficiente de determinação (R^2), para o local de origem onde houve regressão significativa entre Densid e UM (origem M7):

$$y = 26,70 - 0,046X \quad (R^2 = 58,38\%)$$

Observa-se pois, que, para a única origem em que houve relação significativa entre UM e densid. no farelo de arroz cru, essa relação foi negativa, isto é, à medida em que cresce a densid., decresce a UM.

Apesar de haver significância na regressão linear entre Densid e UM para origem M7, o valor do R^2 foi baixo, demonstrando que a regressão linear não seria o modelo ideal para explicar essa relação. Haveria, pois, há necessidade de estudo para obtenção de equação que melhor representasse o caso.

Visto que os resultados de "Densidade aparente" encontrados nos farelo puros (zero de adição de casca) utilizados estão entre 0,274 e 0,383 g/cm³, com porcentagem umidade variando entre 9,00 e 14,28%, seria de se esperar que com o aumento na porcentagem de umidade causasse aumento correspondente no valor da "Densidade aparente", já que a densidade da água segundo TRIEBOLD & AURAND (1963) pode ser considerada como 1,000 g/cm³. Ou seja, esperava-se uma correlação positiva entre as duas variáveis.

Pode-se levantar a hipótese de que a maneira com que a água (umidade) estivesse retida ou nos poros ou na superfície das partículas, poderia alterar ou não o valor da

"Densidade aparente" no farelo de arroz (PELEG & BAGLEY, 1983).

Além do valor baixo do R^2 , a maioria dos pontos encontrados no gráfico da Figura 49, que representa a reta da regressão, estão fora do intervalo de confiança. Esse fato e a ausência de significância nas demais origens estudadas permitem inferir que as variações nos valores da densidade não se prestam para avaliar as alterações nos valores de umidade (UM) no mesmo, dentro da faixa de valores para porcentagem de umidade apresentados pelos farelos utilizados de 9,00 a 14,28% (tabela II do Apêndice) e para o tipo de tratamento utilizado (adição de casca).

O fato de que as cascas de arroz utilizadas apresentaram valores de porcentagem de umidade entre 9,0 e 10,5%, pode ter influenciado sobre os resultados, já que estes são muito próximos aos dos farelos (9,00 - 14,28%).

Comercialmente os valores padronizados pela ANFAR (1985) são de 11% máximo de porcentagem de umidade para o farelo de arroz cru e de 10% para a casca de arroz, e é o que ocorre na prática como se pode verificar pelos resultados na Tabela II do Apêndice.

4.2.2.2. Proteína bruta

As análises de regressão entre proteína bruta (PB) e densidade aparente (Densid.) no farelo de arroz cru, para cada local de origem, encontram-se na Tabela 31.

Tabela 31. Análises de regressão linear entre proteína bruta (PB) e densidade aparente (Densid.) para farelo de arroz, para cada município de origem.

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M2	M3	M4
Regressão	1	110,71 **	331,52 **	28,23 ^{ns}
Resíduo	19	9,58	0,69	10,15
Total	20			

F. V.	G. L.	Q. M.	
		M5	M7
Regressão	1	267,71 **	251,43 **
Resíduo	19	3,28	2,92
Total	20		

ns = Não significativo, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

** = Significativo, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Pelos resultados da Tabela 31, verifica-se que houve regressão linear significativa entre proteína bruta e densidade aparente do farelo de arroz cru para as origens estudadas, com exceção da origem M4.

As Figuras 50 a 53 mostram as retas de regressão e seus respectivos Intervalo de Confiança para as origens onde houve regressão linear significativa.

Figura 50. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de arroz cru para origem M2.

Figura 51. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de arroz cru para origem M3.

$$Y = 81,36 - 0,218X$$

Figura 52. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de arroz cru para origem M5.

$$Y = 69,48 - 0,180X$$

Figura 53. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de arroz cru para origem M7.

As equações ajustadas e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), para os locais de origem onde houve regressão significativa entre Densid. e PB, encontram-se na Tabela 32.

Tabela 32. Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para a proteína bruta (PB) em função da densidade do farelo de arroz, nos locais de origem.

ORIGEM	EQUAÇÕES AJUSTADAS	R^2 (%)
M2	$Y = 178,94 - 0,475X$	37,82
M3	$Y = 49,75 - 0,131X$	96,19
M5	$Y = 81,36 - 0,218X$	81,14
M7	$Y = 69,48 - 0,180X$	81,19

Pela Tabela 32, observa-se, através dos coeficientes de determinação (R^2) que, embora haja relação entre as duas variáveis nas 4 origens, essa relação é menos acentuada para a origem M2, e se verifica que todas as equações ajustadas evidenciam regressão linear negativa entre PB e Densid.

Como a casca de arroz possui apenas 2,00% de proteína bruta, segundo ANFAR (1985), resultado próximo dos encontrados neste trabalho (Tabela II do Apêndice), seria de se esperar que à medida em que se adiciona casca aos farelos com proteína bruta entre 12,97 e 16,07%, haveria tendência de queda nos valores percentuais da proteína bruta, como realmente aconteceu. Como com o aumento na porcentagem de

adição de casca ocorreu aumento no valor da Densid. dos farelos, a relação inversa (negativa) entre Densid. e PB nos farelos de arroz utilizados é explicável.

Observando-se o gráfico da Figura 50, da origem M2, verifica-se a razão do R^2 tão baixo para regressão, pois 50% dos pontos encontram-se fora dos limites de confiança.

A Tabela 33 mostra valores estimados de porcentagem de proteína bruta nos farelos de arroz cru, das 4 origens onde houve significância e o R^2 foi alto, em 2 valores distintos para "densidade aparente" (0,300 e 0,350 g/cm³). Valores estes que se encontram na faixa de resultados de "densidade aparente", tanto dos farelos, quanto das cascas de arroz utilizadas.

Tabela 33. Valores estimados de porcentagem de proteína bruta nos farelos de arroz cru em 2 valores de "densidade aparente" (0,300 e 0,350 g/cm³) nas origens onde houve significância estatística.

ORIGEM	DENSID. APARENTE (g/cm ³)		% DE VARIACÃO	NÍVEL DE SEGURANÇA (R^2) (%)
	0,300	0,350		
M3	10,45	3,90	- 62,68	96,19
M5	15,96	5,06	- 68,29	81,14
M7	15,48	6,48	- 58,14	81,91

Observa-se que com o aumento de 0,050 g/cm³ (16,70%) no valor da "Densid." no farelo de arroz utilizados, ocorre redução de aproximadamente 60% no valor da pro-

teína bruta, nas três origens onde a relação foi negativa entre as variáveis.

4.2.2.3. Extrato etéreo

As análises de regressão entre extrato etéreo (EE) e densidade aparente (Densid.) do farelo de arroz cru, para cada local de origem encontram-se resumidas na Tabela 34.

Tabela 34. Análises de regressão linear entre FB e densid. do farelo de arroz cru, para cada local de origem estudada.

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M2	M3	M4
Regressão	1	63,37 ^{ns}	799,34 ^{**}	132,31 ^{**}
Resíduo	19	21,39	2,39	15,75
Total	20			

F. V.	G. L.	Q. M.	
		M5	M7
Regressão	1	341,07 ^{**}	577,86 ^{**}
Resíduo	19	6,90	9,80
Total	20		

ns = Não significativo, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

** = Significativo, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Pela Tabela 34 verifica-se que houve regressão linear significativa entre Densid. e EE para as origens, exceção feita à origem M2.

As Figuras 54 a 57 ilustram as retas de regressão e seus respectivos Intervalo de Confiança para as origens onde houve regressão significativa entre Densid. e EE.

Figura 54. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de extrato etéreo (EE) no farelo de arroz cru para origem M3.

Figura 55. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de extrato etéreo (EE) no farelo de arroz cru para origem M4.

Figura 56. Influência da variação dos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de extrato etéreo (EE) no farelo de arroz cru para origem M5.

$$Y = 101,76 - 0,272X$$

Figura 57. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de extrato etéreo (EE) no farelo de arroz cru para origem M7.

As equações ajustadas e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), para os locais de origem onde houve regressão significativa entre Densid. e EE, encontram-se na Tabela 35.

Tabela 35. Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para extrato etéreo em função da densidade do farelo de arroz cru, em cada local de origem.

ORIGEM	EQUAÇÕES AJUSTADAS	R^2 (%)
M3	$Y = 79,91 - 0,204X$	94,63
M4	$Y = - 45,35 + 0,151X$	30,66
M5	$Y = 88,60 - 0,246X$	72,24
M7	$Y = 101,76 - 0,272X$	75,63

Pela Tabela 35 observa-se que, embora haja regressão significativa entre as duas variáveis para os 4 locais de origens, a correlação entre elas foi baixa na origem M4.

Como se observa nos gráficos das Figuras 54 a 57, em 3 das 4 origens onde houve significância para regressão linear a relação é negativa, ou seja, com o aumento no valor da Densid. ocorre redução no valor da porcentagem de EE nos farelos de arroz cru mesmo não ocorreu na M4, o que já era esperado, porque na mesma o tratamento zero de AC possuía maior valor de Densid. que o 100% de AC, e com o aumento na porcentagem de AC houve redução no valor da Densid.

A não significância na origem M2 provavelmente seja devida à variabilidade nos procedimentos de análise ou como se pode observar nos resultados (Tabela II do Apêndice) que segue a mesma tendência de queda nos valores de porcentagem de EE com o aumento na AC. Contudo, os valores da Densid. do farelo testemunha (zero de AC) nesta origem ($0,355 \text{ g/cm}^3$), eram muito próximos aos do tratamento 100% de AC (casca pura) igual a $0,360 \text{ g/cm}^3$, o que interferiu sobre resultados das análises estatísticas.

Verificando-se que ocorre aumento no valor da "Densid." com o aumento na porcentagem de AC na maioria dos farelos utilizados, e que as cascas puras possuem baixa porcentagem de EE (0,42 e 1,01%), a relação negativa entre "Densid." e EE seria esperada.

A Tabela 36 mostra valores estimados para porcentagem de EE nos farelos de arroz cru em 2 valores distintos de "Densid.". Nas origens onde houve significância, o R^2 foi alto.

Tabela 36. Valores estimados de Extrato etéreo (EE) nos farelos de arroz cru para 2 valores distintos de "densidade aparente" (densid.) ($0,300$ e $0,350 \text{ g/cm}^3$).

ORIGEM	DENSID. APARENTE (g/cm^3)		% DE VARIACÃO	NÍVEL DE SEGURANÇA (%) (R^2)
	0,300	0,350		
M3	18,71	8,51	- 54,52	94,63
M5	14,80	2,50	- 83,11	72,24
M7	20,16	6,56	- 67,46	75,63

As diferenças nas porcentagens de variação nos valores de EE nas 3 origens, para a mesma faixa de variação nos valores da Densid. (Tabela 38), permitem observar que a explicação das porcentagens de EE nos farelos de arroz cru estudados, através do uso da Densid., necessita de refinamento e, provavelmente, só terá validade para cada origem em separado.

4.2.2.4. Fibra bruta

As análises de regressão linear entre fibra bruta (FB) e "densidade aparente" (Densid.) do farelo de arroz cru, para cada local de origem, encontram-se na Tabela 37.

Tabela 37. Análises de regressão linear entre Fibra bruta (FB) e "densidade aparente" (densid.) do farelo de arroz cru, para cada local de origem.

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M2 ⁽¹⁾	M3 ⁽¹⁾	M4 ⁽¹⁾
Regressão	1	1673,73**	2913,50**	266,88 ^{ns}
Resíduo	19	127,54	12,80	170,70
Total	20			

F. V.	G. L.	Q. M.	
		M5 ⁽¹⁾	M7 ⁽¹⁾
Regressão	1	2605,88**	2314,55**
Resíduo	19	38,83	12,52
Total	20		

ns = Não significativo, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

** = Significativo, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Pela Tabela 37 verifica-se que houve regressão linear significativa entre Densid. e FB para locais de origem, com exceção da origem M4.

As Figuras 58 a 61 ilustram as retas de regressão e seus respectivos Intervalo de Confiança para Densid. vs FB, para os locais onde foram significativas.

$$Y = - 631,54 + 1,846X$$

Figura 58. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de arroz cru para origem M2.

Figura 59. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de arroz cru para origem M3.

Figura 60. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de arroz cru para origem MS.

Figura 61. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (Densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de arroz cru para origem M7.

As equações ajustadas para Densid. vs FB e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), para cada local de origem, encontram-se na Tabela 38.

Tabela 38. Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para FB em função da densid. do farelo de arroz cru, para cada local de origem.

ORIGEM	EQUAÇÕES AJUSTADAS	R^2 (%)
M2	$Y = - 631,54 + 1,846X$	40,85
M3	$Y = - 86,34 + 0,389X$	92,29
M5	$Y = - 191,49 + 0,680X$	77,94
M7	$Y = - 156,56 + 0,545X$	90,68

Os valores do coeficiente de determinação indicam que, embora todas as equações sejam significativas, as maiores correlações para Densid. vs FB foram para as origens M3, M5 e M7.

A tendência de aumento nas porcentagens de FB nos farelos de arroz cru, com o aumento no valor da "Densid.", manteve-se em relação às mesmas origens (M2, M3, M5 e M7) onde houve aumento no valor da "Densid." com o aumento na porcentagem de Ac, não sendo surpresa já que a componente predominante de casca de arroz seria é fibra bruta (44% - ANFAR, 1985). Essa tendência diverge dos outros ingredientes utilizados na pesquisa (farelo de algodão, 40% e farelo de soja, 46%), onde o comportamento foi inverso.

A Tabela 39 mostra valores estimados para porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de arroz cru para 2 valores distintos de "densidade aparente" (0,300 e 0,350 g/cm³) nas origens onde os valores de R² foram altos.

Tabela 39. Valores estimados de porcentagem de FB no farelo de arroz cru para 2 valores distintos de "densidade aparente" (0,300 e 0,350 g/cm³).

ORIGEM	DENSID. APARENTE g/cm ³		% DE VARIACÃO	NÍVEL DE SEGURANÇA (%) (R ²)
	0,300	0,350		
M3	30,36	49,81	+ 64,06	92,29
M5	12,51	46,51	+ 272,00	77,94
M7	6,94	34,19	+ 393,00	90,68

Observando-se a Tabela 39, verifica-se que as porcentagens de variação de fibra bruta divergem entre as origens, permitindo deduzir que a explicação de valores da porcentagem de FB através do uso da "Densid." se mostra viável apenas de uma forma individual, ou seja, para cada origem em separado.

4.2.2.5. Matéria mineral

As análises de regressão linear entre matéria mineral (MM) e densidade aparente (Densid.) no farelo de arroz cru, para cada local de origem, encontram-se resumidas na Tabela 40.

Tabela 40. Análise de regressão linear entre MM e densid. do farelo de arroz cru, para cada local de origem.

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M2	M3	M4
Regressão	1	14,34**	57,95**	2,44 ^{ns}
Resíduo	19	1,58	1,98	1,16
Total	20			

F. V.	G. L.	Q. M.	
		M5	M7
Regressão	1	60,18**	142,60**
Resíduo	19	3,07	1,99
Total	20		

ns = Não significativo, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

** = Significativo, pelo teste F, ao nível 1% de probabilidade.

Pela Tabela 40 verifica-se que houve regressão linear significativa entre Densid. e MM para todos os locais de origem executando-se M4.

As Figura 62 a 65 ilustram as retas de regressão e seus respectivos Intervalo de Confiança para as origens onde houve significância estatística.

$$Y = - 49,89 + 0,171X$$

Figura 62. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de arroz cru para origem M2.

Figura 63. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de arroz cru para origem M3.

Figura 64. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de arroz cru para origem M5.

Figura 65. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" sobre a porcentagem de matéria mineral (MMD) no farelo de arroz cru para origem M7.

As equações ajustadas e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), entre Densid. e MM, para todas as origens encontram-se na Tabela 41.

Tabela 41. Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para a matéria mineral em função da densidade do farelo de arroz cru, em cada local de origem.

ORIGEM	EQUAÇÕES AJUSTADAS	R^2 (%)
M2	$Y = - 49,89 + 0,171X$	32,31
M3	$Y = - 6,85 + 0,055X$	60,59
M5	$Y = - 24,44 + 0,103X$	50,75
M7	$Y = - 32,77 + 0,135X$	79,07

Pela Tabela 41 observa-se que, embora haja Regressão entre as duas variáveis para as origens, M2, M3, M5 e M7, esta é mais acentuada na origem M7.

Observa-se que a tendência positiva da relação entre "Densid." e MM se assemelha ao encontrado por PORTER *et alii* (1964) com porcentagem de sólidos totais em batatas, o que é explicável, pois como já exposto anteriormente a fração mineral e a fração que possui maior valor de densidade entre a média dos nutrientes que compõem os alimentos (TRIBOLD & AURAND, 1963). No caso do farelo de arroz cru, o aumento na adição de casca (AC) resultou em aumento no valor da "Densid.". Possuindo a casca de arroz 15% de matéria mineral, conforme normaliza a ANFAR (1985), contra o máximo

de 8,5% estabelecido pelo mesmo órgão para o farelo de arroz cru, é de se esperar que com o aumento da porcentagem de casca de arroz no farelo aumente a porcentagem da fração mineral do mesmo.

Apesar da tendência positiva na regressão, os valores de R^2 não permitem segurança adequada para utilização da medida da "Densid." como referência para se estimar a porcentagem de MM no farelo de arroz cru, para o caso de contaminação por casca de arroz no mesmo, mas sim permite e apenas inferir que existe uma relação entre estas duas variáveis no mesmo.

4.3. Farelo de Soja

Nas 7 origens aqui utilizadas, no processo extração de óleo, o grão sofreu prévio descasque, ou seja a casca foi separada do grão. Nesse caso, segundo CÂMARA *et alii* (s/d), o farelo resultante no fim da extração do óleo possui de 50 a 51% de proteína bruta e um máximo 3% de fibra bruta, o que depende da variedade da semente, clima e solo onde a planta cresceu. O farelo puro (sem casca) recebe a adição da casca da soja para acerto no nível de proteína bruta de 44 a 47%, com máximo de 7% de fibra bruta, níveis estes comercialmente aceitos, segundo ANFAR (1985).

Os resultados das análises (física e químicas) dos testes realizados com os farelos de soja nas 7 origens estudadas, com suas repetições, encontram-se na Tabela III do Apêndice.

As análises estatísticas dos resultados demonstraram diferenças significativas ($P \leq 0,05$), entre as 7 origens estudadas, portanto as análises são apresentadas e comentadas por origem.

4.3.1. "Densidade Aparente" em função da porcentagem de adição de casca (tratamentos)

As análises da variância para a densidade aparente (densidade) em função dos tratamentos, ou adição de casca (AC) no farelo de soja, para cada local de origem, estão resumidas na Tabela 42.

Tabela 42 - Análise da variância para a densidade aparente (Densid) em fundo da adição de casca (AC) no farelo de soja, em cada local de origem.

F. V.	G. L.	Q. M.			
		M1	M2	M3	M4
Níveis de AC	6	31684,71**	26954,43**	38480,19**	33476,90**
Resíduo	14	17,33	10,57	8,05	6,24
TOTAL	20				

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M5	M6	M7
Níveis de AC	6	35025,71**	41843,76**	33985,00**
Resíduo	14	6,71	7,90	7,00
TOTAL	20			

** = Significativo, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Verifica-se pela Tabela 42, que houve diferença significativa entre os níveis de adição de casca para a variável densidade, em relação a todos locais de origem.

As análises de regressão polinomial para os níveis de adição de casca (AC) no farelo de soja e para a variável "densidade aparente" (densid) estão resumidas na Tabela 43.

Tabela 43 - Análise de regressão polinomial para os níveis de AC no farelo de soja, para a variável densid. em cada local de origem.

F. V.	G. L.	Q. M.			
		M1	M2	M3	M4
Reg. Linear	1	157364,61 **	148335,95 **	202404,92 **	165631,47 **
Reg. Quad.	1	26561,03 **	7641,188 **	24847,22 **	30749,23 **
Desv. da Reg.	4	1544,88 **	1437,36 **	907,25 **	1120,30 **
Resíduo	14	17,33	10,57	8,05	6,24

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M5	M6	M7
Reg. Linear	1	185147,90 **	221377,59 **	169873,61 **
Reg. Quad.	1	23999,28 **	28667,73 **	30138,14 **
Desv. da Reg.	4	251,78 **	254,31 **	974,56 **
Resíduo	14	6,71	7,90	7,00

** = Significativo, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Pela Tabela 43 verifica-se significância estatística para as regressões linear e quadrática, bem como para os desvios da regressão, em relação aos níveis de AC no farelo de soja, em todos os locais de origem. Com base no coeficiente de determinação (R^2), optou-se pela regressão quadrática, por explicar melhor o o comportamento da densidade em função dos níveis de adição de casca quanto aos locais de origem, com excessão da origem M2, para a qual a equação que melhor se ajustou foi a linear.

As equações ajustadas, com $X \in [0; 100]$, assim como os respectivos coeficientes de determinação (R^2), encontram-se na Tabela 44.

Tabela 44 - Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para a densidade aparente (densid.) do farelo de soja em função dos níveis de AC, para cada um dos locais de origem.

ORIGEM	EQUAÇÕES AJUSTADAS	$R^2(\%)$
M1	$y = 593,33 - 6,49x + 0,036x^2$	96,75
M2	$y = 557,11 - 2,743x$	91,72
M3	$y = 627,51 - 6,75x + 0,035x^2$	98,43
M4	$y = 599,48 - 6,85x + 0,039x^2$	97,77
M5	$y = 615,14 - 6,55x + 0,034x^2$	99,52
M6	$y = 644,40 - 7,16x + 0,037x^2$	99,59
M7	$y = 601,72 - 6,84x + 0,038x^2$	98,09

Através das equações apresentadas na Tabela 44, e das Figuras 66 a 72, observa-se tendência de queda em todas as origens, no valor da "densidade aparente" com o aumento na porcentagem de casca e que para a origem M1 houve um ponto de mínimo em torno de 90,43% para os níveis de AC com relação à densidade (Figura 68); para a origem M3, o ponto de mínimo ficou em torno de 97,22%; para M4; em torno de 88,60%; para M5, em torno de 95,98%; para M6, em torno de 96%; e para M7, em torno de 89,46%. Para a origem M2, a relação linear foi negativa, isto é, à medida em que se aumentaram os níveis de AC, a "densidade aparente" diminuía, seguindo a mesma tendência das demais origens.

Figura 66. Efeito dos tratamentos (adição de casca - AC) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de soja para origem M1.

Figura 67. Efeito dos tratamentos (adição de casca - AC) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de soja para origem M2.

Figura 68. Efeito dos tratamentos (adição de casca - AC) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de soja para origem M3.

Figura 69. Efeito dos tratamentos (adição de casca - AC) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de soja para origem M4.

Figura 70. Efeito dos tratamentos (adição de casca - AC) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de soja para origem MS.

Figura 71. Efeito dos tratamentos (adição de casca - AC) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de soja para origem MG.

Figura 72. Efeito dos tratamentos (adição de casca - AC) sobre os valores da "densidade aparente" (densid.) no farelo de soja para origem M7.

As médias originais e as médias ajustadas pela equação de regressão polinomial encontram-se na Tabela 45.

Tabela 45 - Médias originais e médias ajustadas pela equação de regressão polinomial para os níveis de AC no farelo de soja, para a variável densid., em cada local de origem.

NÍVEIS DE AC	M1		M2		M3		M4	
	MÉDIAS		MÉDIAS		MÉDIAS		MÉDIAS	
	ORIG.	AJUST.	ORIG.	AJUST.	ORIG.	AJUST.	ORIG.	AJUST.
0	620,33	593,33	610,00	557,11	634,00	627,51	620,00	599,48
10	500,00	531,98	517,00	529,68	550,00	563,45	516,00	534,88
20	466,00	477,81	484,00	502,25	500,00	506,34	456,00	478,01
30	433,00	430,82	450,00	474,82	484,00	456,18	436,33	428,86
40	400,00	391,01	434,00	447,39	400,00	412,96	400,33	387,45
50	367,00	358,39	417,00	419,96	374,67	376,69	356,00	353,76
100	300,00	302,99	302,00	282,80	300,00	299,54	299,00	301,22

NÍVEIS DE AC	M5		M6		M7	
	MÉDIAS		MÉDIAS		MÉDIAS	
	ORIG.	AJUST.	ORIG.	AJUST.	ORIG.	AJUST.
0	622,00	615,14	655,00	644,40	606,00	601,72
10	552,00	553,03	565,00	576,50	520,00	537,11
20	484,00	497,75	508,00	516,06	483,00	480,15
30	447,00	449,29	467,00	463,09	450,00	430,83
40	417,00	407,67	420,00	417,58	400,00	389,17
50	375,00	372,86	383,00	379,52	333,67	355,16
100	300,00	301,26	300,00	301,18	302,00	299,86

ORIG. = Originais;

AJUST. = Ajustadas;

Como se pode observar através dos valores ajustados para "densidade aparente" (Tabela 45), houve proximidade destes com os dados originais, e esta proximidade aumentou à medida em que o valor da "densidade aparente"

caiu, ou seja, à medida em que a porcentagem de adição de casca nos farelos foi aumentada.

As equações ajustadas permitem prever as alterações nos valores das "densidades aparentes" em cada uma das 7 origens estudadas, em decorrência da porcentagem de casca adicionada, com margem de segurança acima de 90% e até acima de 99% (caso das origens M5 e M6).

A Tabela 46 mostra os valores de "densidade aparente" dos farelos de soja das 7 origens quando houver a adição de 5% de casca nos mesmos.

Tabela 46 - Valores estimados de "densidade aparente" nas 7 origens com 5% de adição de casca de soja nos farelos de soja.

ORIGENS	"DENSIDADE APARENTE ESTIMADA" COM 5% DE AC	NÍVEL DE SEGURANÇA (R^2) (%)
M1	561,78	96,75
M2	543,39	91,72
M3	594,63	98,43
M4	566,20	97,77
M5	583,24	99,52
M6	609,52	99,59
M7	568,47	98,09

A diferença acima de 300 g/litro na "densidade aparente" entre a casca da soja e o farelo de soja (Tabela III do Apêndice) permitiu visualização do efeito dos tratamentos (AC) sobre a "densidade aparente" nos diferentes farelos das 7 origens estudadas. Estas diferenças se explicam observando-se que no farelo de soja o componente pred-

minante é proteína (44-47%) e na casca de soja a fibra (36%). A maior porcentagem de fibra na composição de um alimento reduz o valor de sua "densidade aparente", supostamente devido à maior quantidade de espaços vazios entre partículas ou poros dentro das partículas, os quais estariam ocupados por ar, como sugerido por PELEG & BAGLEY (1983).

4.3.2. Composição química bromatológica em função da variação na "densidade aparente"

4.3.2.1. Umidade

As análises de regressão entre umidade (UM) e densidade aparente (densid.) para cada um dos locais de origem encontram-se resumidas na Tabela 47.

As Figuras 73 a 77 apresentam as retas de regressão e seus respectivos Intervalo de Confiança para os locais onde houve regressão significativa entre Densid. e UM.

Tabela 47 - Análise de regressão linear entre UM e densid.,
para farelo de soja, para cada origem.

F. V.	G. L.	Q. M.			
		M1	M2	M3	M4
Regressão	1	3,09*	5,98**	2,50 ^{ns}	14,29**
Resíduo	19	0,46	0,34	0,91	0,58
TOTAL	20				

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M5	M6	M7
Regressão	1	2,15 ^{ns}	5,68*	14,29**
Resíduo	19	0,71	0,92	1,03
TOTAL	20			

ns = Não significativo, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

* = Significativo, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

** = Significativo, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 73. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de umidade (UM) no farelo de soja para origem M1.

$$y = 7,42 + 0,006x$$

Figura 74. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de umidade (UM) no farelo de soja para origem M2.

Figura 75. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de umidade (UM) no farelo de soja para origem M4.

Figura 76. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de umidade (UM) no farelo de soja para origem M6.

Figura 77. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de umidade (UMD no farelo de soja para origem M7.

As equações ajustadas e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), para os locais onde houve regressão significativa entre densid. e UM encontram-se na Tabela 48.

Tabela 48 - Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para a UM em função da densid. do farelo de soja, em cada local de origem.

ORIGEM	EQUAÇÕES AJUSTADAS	R^2 (%)
M1	$y = 9,21 + 0,004x$	26,26
M2	$y = 7,42 + 0,006x$	48,31
M4	$y = 8,51 + 0,004x$	26,48
M6	$y = 8,86 + 0,005x$	24,50
M7	$y = 7,13 + 0,008x$	42,18

Pela Tabela 48 observa-se que, embora haja evidências de relação entre UM e densid. para as origens, essa relação é mais acentuada para as origens M2 e M7, conforme mostram os valores dos coeficientes de determinação (R^2). Apesar da significância dos resultados encontrados para as origens listadas na Tabela 50, seria inseguro estimar ou explicar o valor da porcentagem de umidade através do valor encontrado da "densidade aparente" devido aos valores de R^2 muito baixos.

Com valores extremos de umidade (acima de 15% e abaixo de 7%) nos farelos de soja, a interferência da "densidade aparente" sobre a umidade poderia ser mais repre-

sentativa, porém a maioria dos produtores de farelo de soja procura manter-se dentro do limite máximo de umidade já estabelecida pela ANFAR (1985) de 12,5% que é o que o mercado aceita.

Observando os gráficos das Figuras 75 a 79 onde há pontos fora dos intervalos de confiança e os valores de R^2 (baixos) onde houve significância nas análises estatísticas, conclue-se que o modelo de regressão linear não é o mais adequado para explicar a correlação entre a densid. e a UM no farelo de soja, para o tipo de tratamento aqui utilizado, fato que discorda com o que foi observado, por CHUMA *et alii* (1981) onde observaram, através do uso da regressão linear uma correlação inversamente proporcional entre a porcentagem de umidade e o valor da "densidade aparente" nos grãos de soja. Os mesmos ainda encontraram, para o farelo de soja, alta correlação entre dois parâmetros aludidos, porém com tendência positiva (diretamente proporcional). Para a farinha de soja desengordurada (WALLAJAPAN & WEAT, 1982), apesar de regressão quadrática, foi observada tendência de queda no valor da "densidade aparente" com o aumento na porcentagem de umidade até o nível de 18%, e posterior elevação nos valores de densidade com porcentagem de umidade acima de 20%.

Talvez com extremos de umidade se pudesse visualizar melhor a influência da variação da "densidade aparente" sobre a porcentagem de umidade.

4.3.2.2. Proteína bruta

As análises de regressão entre proteína bruta (PB) e "densidade aparente" (Densid.), para cada local de origem, encontram-se na Tabela 49.

Tabela 49. Análises de regressão linear entre proteína bruta (PB) e densidade aparente (Densid.) para farelo de soja, para cada município de origem.

F. V.	G. L.	Q. M.			
		M1	M2	M4	M5
Regressão	1	2151,87**	2606,38**	2346,57**	2346,57**
Resíduo	19	14,34	8,42	15,26	20,71
Total	20				

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M5	M6	M7
Regressão	1	2548,74**	2549,64**	1989,73**
Resíduo	19	15,52	14,68	12,57
Total	20			

** = Significativo, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Pelos resultados constantes na Tabela 49, verifica-se que houve regressão linear significativa entre densidade aparente e proteína bruta para todos os locais de origem.

As Figuras 78 a 84 mostram as retas de regressão e seus respectivos Intervalo de Confiança para todos os locais.

Figura 78. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de soja para origem M1.

Figura 79. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de soja para origem M2.

Figura 80. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de soja para origem M3.

Figura 81. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de soja para origem M4.

Figura 82. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de soja para origem MS.

$$Y = - 13,64 + 0,101X$$

Figura 83. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de soja para origem MG.

Figura 84. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de proteína bruta (PB) no farelo de soja para origem M7.

As equações ajustadas e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), para todos os locais de origem, encontram-se na Tabela 50.

Tabela 50. Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para a PB em função da densid. do farelo de soja, em cada local de origem.

ORIGEM	EQUAÇÕES AJUSTADAS	R^2 (%)
M1	$Y = - 15,29 + 0,106X$	88,76
M2	$Y = - 24,46 + 0,127X$	94,22
M3	$Y = - 11,84 + 0,096X$	88,01
M4	$Y = - 13,77 + 0,108X$	85,64
M5	$Y = - 16,41 + 0,110X$	89,63
M6	$Y = - 13,64 + 0,101X$	90,14
M7	$Y = - 12,97 + 0,099X$	89,28

Pelos valores do coeficientes de determinação (R^2), pode-se inferir que houve alta correlação entre PB e Densid. do farelo de soja para todas as origens.

A Tabela 51 mostra valores estimados para porcentagem de proteína bruta no farelo de soja em 2 valores distintos de "densidade aparente" (0,630 e 0,600 g/cm³) nas 7 origens estudadas. Estes valores foram adotados devido ao fato de se encontrarem dentro da faixa de resultados de análises efetivamente encontrados neste trabalho (Tabela III do Apêndice).

Tabela 51. Valores estimados para porcentagem de proteína bruta no farelo de soja em 2 valores distintos de "densidade aparente" (0,630 e 0,600 g/cm³).

ORIGEM	DENSID. APARENTE (g/cm ³)		% DE VARIACÃO	NÍVEL DE SEGURANÇA
	0,630	0,600		
M1	51,49	48,31	- 6,17	88,76
M2	55,58	51,74	- 6,86	94,22
M3	48,64	45,76	- 5,92	88,01
M4	54,27	51,03	- 5,97	85,64
M5	52,89	49,59	- 6,24	89,63
M6	49,99	46,96	- 6,06	90,14
M7	49,40	46,43	- 6,01	89,28

Observando-se a Tabela 51 podemos verificar que uma redução de 4,76% (de 0,630 para 0,600 g/cm³) no valor da "densidade aparente", de uma redução, equivalente a aproximadamente 6% (Tabela 53, coluna % de variação) no valor da proteína bruta no farelo de soja.

Já que a porcentagem de proteína bruta é o principal determinante do o valor nutricional no farelo de soja, poder-se-ia traçar um paralelo com os resultados encontrados por SITTON (1944) relativos a nozes pecan em que as de maior "densidade aparente" eram aquelas que possuíam melhor qualidade e sabor, assim, o farelo de soja que apresentasse valores acima de 0,600 g/cm³ de "densidade aparente" seria o de melhor valor nutritivo, desde que a fonte contaminante fosse somente a casca de soja. Já no caso

de adição de fontes minerais como caolin, areia, etc, esta apreciação não caberia, e seria necessário outro tipo de sistema de controle. Outro fator que influiria sobre os resultados seria o padrão de tostagens e de umidade, do qual a qualidade final do farelo depende o que não foi estipulado na condução do trabalho (atividade ureática entre 0,05 e 0,3 e umidade até 12,5%, ANFAR, 1985).

O valor da densidade da proteína exposto por TRIEBOLD & AURAND (1963) e PELEG & BAGLEY (1983), de 1,4 g/cm³, parece explicar melhor a relação entre a densidade e a porcentagem de proteína no farelo de soja. Por exemplo, um farelo contendo 46% de proteína bruta teria uma densidade de 0,644 g/cm³ se fosse considerada apenas a densidade da proteína (1,4 g/cm³), o que é muito próximo dos resultados realmente encontrados, de 0,619 a 0,636 g/cm³. Provavelmente devido ao baixo teor de fibra bruta (7%) e gordura (1%) prevaleceu a densidade da proteína.

4.3.2.3. Extrato etéreo

As análises de regressão entre extrato etéreo (EE) e densidade aparente (Densid.), para todos os locais de origem, encontram-se resumidas na Tabela 52.

Tabela 52. Análise de regressão linear entre EE e densid., para farelo de soja, para cada município de origem.

F. V.	G. L.	Q. M.			
		M1	M2	M3	M4
Regressão	1	0,004 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,13 ^{**}	0,19 [*]
Resíduo	19	0,096	0,05	0,02	0,03
Total	20				

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M5	M6	M7
Regressão	1	0,62 ^{**}	1,04 ^{**}	0,40 ^{ns}
Resíduo	19	0,06	0,06	0,12
Total	20			

ns = Não significativo, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

* = Significativo, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

** = Significativo, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

Pela Tabela 52 verifica-se que houve regressão linear significativa entre Densid. e EE apenas para os locais M3, M4, M5 e M6.

As Figuras 85 a 88 ilustram as retas de regressão e seus respectivos Intervalo de Confiança, para os locais de origem onde houve regressão significativa entre Densid. e EE.

$$Y = 1,27 - 0,001X$$

Figura 85. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de extrato etéreo (EE) no farelo de soja para origem M3.

Figura 86. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de extrato etéreo (EE) no farelo de soja para origem M4.

$$Y = 0,47 + 0,002X$$

Figura 87. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de extrato etéreo (EE) no farelo de soja para origem MS.

$$Y = 0,25 + 0,001X$$

Figura 88. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de extrato etéreo (EE) no farelo de soja para origem MG.

As equações ajustadas e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), para os locais de origem onde houve regressão significativa entre Densid. e EE, encontram-se na Tabela 53.

Tabela 53. Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para extrato etéreo em função da densidade aparente do farelo de soja, em cada local de origem.

ORIGEM	EQUAÇÕES AJUSTADAS	R^2 (%)
M3	$Y = 1,27 - 0,001X$	30,76
M4	$Y = 0,16 + 0,001X$	28,02
M5	$Y = 0,47 + 0,002X$	37,02
M6	$Y = 0,25 + 0,001X$	45,82

Pela Tabela 53 observa-se que, embora haja evidências de relação nessas 4 origens, essa relação é mais acentuada para a origem M6, porém com pouca margem de segurança (R^2) para se avaliar a porcentagem de extrato etéreo através do uso de densidade.

O fato de não haver significância em 3 das 7 origens estudadas, e de entre as 4 onde ela ocorreu na origem M3 ter havido tendência inversamente proporcional entre Densid. e EE, ao contrário das 3 outras, em que a tendência foi diretamente proporcional, não permite inferir que a baixa porcentagem de EE na composição dos farelos corresponda a uma visualização precisa da correlação entre

Densid. e EE no mesmo, mostra apenas tendência em algumas origens. Por outro lado, a regressão linear também não oferece segurança, tendo em vista os valores de R^2 (baixos). Talvez adição de óleo de sopa aos farelos e observação dos valores correspondentes de "densidade aparente", fosse possível adequar um modelo de equação de regressão que melhor se adaptasse para avaliação da correlação entre estas duas medidas.

Os resultados encontrados não seguem a mesma tendência linear encontrada por SITTON (1944) que observou relação diretamente proporcional entre a "densidade aparente" e a quantidade óleo por noz pecan, peso do óleo sobre o peso da noz e peso do óleo sobre o peso da semente.

4.3.2.4. Fibra bruta

As análises de regressão entre fibra bruta (FB) e densidade aparente (Densid.), para cada um dos locais de origem, encontram-se resumidas na Tabela 54.

Tabela 54. Análise de regressão linear entre FB e densid. para farelo de soja, para cada um dos municípios de origem.

F. V.	G. L.	Q. M.			
		M1	M2	M3	M4
Regressão	1	1787,06**	2514,00**	2055,29**	2035,60**
Resíduo	19	22,38	8,68	15,14	15,94
Total	20				

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M5	M6	M7
Regressão	1	2130,46**	2296,95**	1759,78**
Resíduo	19	13,88	15,04	16,39
Total	20			

** = Significativo, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Pela Tabela 54 verifica-se que houve regressão linear significativa entre Densid. e FB para todos os locais de origem.

As Figuras de 89 a 95 ilustram as retas de regressão e seus respectivos Intervalo de Confiança para Densid. vs FB, para todos os locais de origem.

$$Y = 64,24 - 0,10X$$

Figura 89. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de soja para origem M1.

Figura 90. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de soja para origem M2.

Figura 91. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de soja para origem M3.

Figura 92. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de soja para origem M4.

$$Y = 66,92 - 0,10X$$

Figura 93. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de soja para origem MS.

$$Y = 65,40 - 0,10X$$

Figura 94. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de soja para origem M6.

$$Y = 62,94 - 0,09X$$

Figura 95. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de fibra bruta (FB) no farelo de soja para origem M7.

As equações ajustadas para Densid. vs FB e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), para todos os locais de origem, encontram-se na Tabela 55.

Tabela 55. Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para fibra bruta em função da densidade aparente do farelo de soja, para cada local de origem.

ORIGEM	EQUAÇÕES AJUSTADAS	R^2 (%)
M1	$Y = 64,24 - 0,10X$	80,78
M2	$Y = 73,47 - 0,12X$	92,88
M3	$Y = 64,56 - 0,09X$	87,73
M4	$Y = 65,54 - 0,10X$	87,05
M5	$Y = 66,92 - 0,10X$	88,98
M6	$Y = 65,40 - 0,10X$	88,93
M7	$Y = 62,94 - 0,09X$	84,97

Os altos coeficientes de determinação (R^2) indicam que houve alta correlação entre FB e densidade do farelo de soja para todos os locais de origem. Observa-se também que esta relação foi negativa para todas as origens.

Os resultados encontrados (Tabela III do Apêndice) mostram uma tendência de aumento na porcentagem de fibra bruta à medida em que foi aumentada a porcentagem de adição de casca de soja nos farelos (tratamentos), o que é explicável, já que o farelo possui em média no máximo 7% de fibra bruta e a casca de soja entre 36 e 42%. Como o aumento na porcentagem de adição de casca resultou em declínio no

valor da "densidade aparente" dos farelos, os resultados são coerentes.

As tendências das retas nos gráficos das Figuras 97 a 103 para as 7, origens apresentam proximidade dos pontos as retas de regressão, evidenciando que para o farelo de soja o valor da "densidade aparente" pode refletir (através de regressão linear) com boa margem de segurança (conforme os valores dos R^2), os valores de porcentagem de fibra bruta, e que à medida em que os valores da "densidade aparente" decrescem, aumentam as porcentagens de fibra na composição dos farelos de soja e vice-versa. Essa afirmação procede para o caso de contaminação do farelo com casca de soja, mas não é extensiva para outros tipos de contaminação.

A Tabela 56 mostra valores estimados para porcentagem de fibra bruta nos farelos de soja das 7 origens estudadas em 2 valores distintos de "densidade aparente" (0,630 e 0,600 g/cm³).

Tabela 56. Valores estimados para porcentagem de fibra bruta nos farelos de soja das 7 origens estudadas em 2 valores distintos de "densidade aparente" (0,630 e 0,600 g/cm³).

ORIGEM	DENSID. APARENTE (g/cm ³)		% DE VARIACÃO	NÍVEL DE SEGURANÇA (R ²) (%)
	0,630	0,600		
M1	1,24	4,24	+ 242	80,78
M2	- 2,13	1,47	+ 69	92,88
M3	7,86	10,56	+ 34	87,73
M4	2,54	5,54	+ 118	87,05
M5	3,92	6,92	+ 76	88,98
M6	2,40	5,40	+ 125	84,97
M7	6,24	8,94	+ 43	84,97

As variações na porcentagem de fibra bruta no farelo de soja não mantiveram a mesma proporcionalidade entre as origens, com a mesma variação no valor da "densidade aparente" (de 0,630 para 0,600 g/cm³), como se observa na Tabela 57, o que demonstra que o uso da "densidade aparente" para avaliar a porcentagem de fibra bruta no farelo de soja, para a metodologia adotada, se mostra possível somente para cada origem em separado.

4.3.2.5. Matéria mineral

As análises de regressão linear entre matéria mineral (MM) e densidade aparente (Densid.) do farelo de soja para cada local de origem encontram-se resumidas na Tabela 57.

Tabela 57. Análises de regressão linear entre matéria mineral (MM) e "densidade aparente" (Densid.) para farelo de soja, para cada local de origem.

F. V.	G. L.	Q. M.			
		M1	M2	M3	M4
Regressão	1	8,84**	12,66**	14,42**	3,32**
Resíduo	145	0,48	0,26	0,18	0,12
Total	146				

F. V.	G. L.	Q. M.		
		M5	M6	M7
Regressão	1	4,97**	5,94**	16,86**
Resíduo	145	0,14	0,40	0,55
Total	146			

** = Significativo, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Pela Tabela 57 verifica-se que houve regressão linear significativa entre Densid. e MM para todos os locais de origem.

As Figuras de 96 a 102 ilustram as retas de regressão e seus respectivos Intervalo de Confiança para todas as origens.

Figura 96. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de soja para origem M1.

Figura 97. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de soja para origem ME.

$$Y = 2,05 + 0,008X$$

Figura 98. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de soja para origem M3.

Figura 99. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MMD no farelo de soja para origem M4.

Figura 100. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MM) no farelo de soja para origem MS.

$$Y = 3,29 + 0,005X$$

Figura 101. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MMD) no farelo de soja para origem MG.

Figura 102. Influência da variação nos valores da "densidade aparente" (densid.) sobre a porcentagem de matéria mineral (MMD) no farelo de soja para origem M7.

Como se observa nas Figuras 98 a 104, em todas as origens houve grande número de pontos fora dos Intervalo de Confiança, o que nos permite afirmar que o modelo de regressão linear não é o mais adequado para expressar a correlação entre "densidade aparente" e porcentagem de matéria mineral nos farelos de soja utilizados, sendo necessário outros estudos para adequação de equação de regressão que melhor explique esta relação.

As equações ajustadas e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) entre Densid. e MM, para todas as origens, encontram-se na Tabela 58.

Tabela 58. Equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para a matéria mineral em função da densidade do farelo de soja, em cada local de origem.

ORIGEM	EQUAÇÕES AJUSTADAS	R^2 (%)
M1	$Y = 2,98 + 0,007X$	49,45
M2	$Y = 0,88 + 0,009X$	72,17
M3	$Y = 2,05 + 0,008X$	81,05
M4	$Y = 2,95 + 0,004X$	59,25
M5	$Y = 2,73 + 0,005X$	65,09
M6	$Y = 3,29 + 0,005X$	44,04
M7	$Y = 1,25 + 0,009X$	61,89

Pela Tabela 58 observa-se que, embora haja correlação entre as duas variáveis, para todas as origens, essa correlação é mais acentuada nas origens M2, M3, M5 e M7, com destaque para origem M3 onde apresentou o maior

valor para R^2 , permitindo maior segurança para explicação dos valores da porcentagem de MM decorrentes da variação da "densidade aparente" (Densid.)

Mesmo com valores de R^2 baixos, menores que o de M3, as retas de regressão linear para todas as origens mostraram existir correlação e com tendência positiva, ou seja, diretamente proporcional.

Como se pode observar nas Figuras 96 a 102 a origem M3 apresenta maior número de pontos próximos a reta de regressão linear, daí o valor alto de R^2 . Nas demais origens, o número de pontos longe da reta e fora do intervalo de confiança, na maioria das origens ultrapassa aos 50%.

Os resultados, apesar de seguirem a mesma tendência não são precisos como os encontrados por PORTER *et alii* (1964), onde a regressão linear da porcentagem de sólidos sobre a "densidade aparente" em batatas manteve-se dentro do limite de confiança de 95% em duas culturas consecutivas.

O componente mineral dos alimentos é o que possui mais peso, ou seja, ou maior "densidade", a exemplo do sal (NaCl) com, valor muito acima da média dos nutrientes orgânicos, de $1,4\text{g/cm}^3$, conforme TRIEBOLD & AURAND (1963). Portanto à medida em que na composição natural de um alimento haja maior participação da fração mineral, espera-se aumento correspondente no valor de sua "densidade aparente", o que ficou confirmado pelos resultados encontrados.

No entanto, no caso de farelos e farinhas, onde existe a possibilidade de adulteração, com produto contendo a adição minerais (caolin, areia, etc.), o uso da medida da "densidade aparente", não oferece segurança, já que existem vários outros fatores que interferem no valor da "densidade aparente" (PELEG & BAGLEY, 1983).

A Tabela 59 mostra valores estimados para porcentagem de matéria mineral do farelo de soja em 2 valores distintos de "densidade aparente", 0,591 e 0,723 g/cm³, respectivamente 10% abaixo e 10% acima do maior valor de "densidade aparente" encontrado para o farelo de soja neste estudo (Tabela III do Apêndice).

Tabela 59. Valores estimados para porcentagem de matéria mineral nos farelos de soja das 7 origens em 2 valores de "densidade aparente" (0,591 e 0,723 g/cm³).

ORIGEM	DENSID. APARENTE (g/cm ³)		% DE VARIÇÃO	NÍVEL DE SEGURANÇA (R ²) (%)
	0,591	0,723		
M1	7,12	8,04	12,92	49,45
M2	6,20	7,39	19,19	72,17
M3	6,78	7,83	15,54	81,05
M4	5,31	5,84	10,02	59,25
M5	5,68	6,34	11,62	65,09
M6	6,24	6,90	10,58	44,04
M7	6,57	7,76	18,11	61,89

Devido ao baixo nível de segurança, a aplicabilidade na prática destes resultados não é viável, com exceção da origem M3, onde com um nível de segurança de 81,05% podem-se estimar os valores de matéria mineral através do uso da "densidade aparente".

Se não considerarmos os erros padrões (SD), 4 das 7 origens apresentaram valores de matéria mineral acima do permitido pela ANFAR (1985), que é de 7%, com "densidade aparente" de $0,723 \text{ g/cm}^3$ (M1, M2, M3 e M7). No caso da origem M6, a qual apresentou maiores valores de "densidade aparente" no farelo puro, a variação de 10% no valor de sua "densidade aparente" não excederia o limite estabelecido anteriormente citado.

Esses fatos nos permitem inferir que seriam necessários outros tipos de estudo no farelo de soja para melhor visualizar a relação entre densid. e MM.

5. CONCLUSÕES

A "densidade aparente" dos farelos estudados sofre influência do aumento da adição das respectivas cascas nos mesmos e esta influência é distinta entre as diferentes origens.

Com base na metodologia utilizada e nos valores dos coeficientes de determinação (R^2) encontradas, o uso da "densidade aparente" como medida de avaliação da composição química bromatológica não seria viável para o farelo de arroz cru. Se mostra viável, no entanto, o uso para avaliação da proteína bruta e da fibra bruta, tanto no farelo de algodão 40%, quanto para o farelo de soja.

Existindo diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre as origens estudadas, o uso da "densidade aparente" para avaliar qualquer componente químico de cada um dos farelos utilizados só tem validade em caráter individual, ou seja, dentro de cada origem especificamente, com sua respectiva equação de regressão, a qual explicaria a relação entre a "densidade aparente" e o componente químico que se pretende avaliar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHÃO, J.T.M.; D'ARCE, M.A.B.R. & FONSECA, H. Série Extensão Agroindustrial vol. 2. Algodão - Produção, Pré-Processamento e Transformação Agroindustrial. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. Coordenadoria da Indústria e Comércio, Ciência e Tecnologia. Coordenadoria da Indústria e Comércio. FEALQ - Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. Piracicaba - SP.
- ANFAR. - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES 4ª ed., São Paulo - SP, 1985.
- A.O.A.C. - ASSOCIATION OF THE OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS Official methods of analysis. 11th ed. Washington, D.C., USA. 1970.
- BASSETT, J.; DENNEY, R.C.; JEFFERY, G.H & MENDHAM, J. VOGEL - Análise Inorgânica Quantitativa. 4ª ed. Editora Guanabara, Rio de Janeiro - RJ. 1981.
- BIRCH, G.G. Food Science. Oxford, Pergamon Press. 2nd ed. London, England. 1977.
- BIRCH, G.G. Control of Food Quality and Food Analysis. Elsevier Applied Science. London, England, 1984.
- BOLETIM DE CONTROLE DE QUALIDADE - B.C.Q. Purina Nutrimentos Ltda. Ed. Propria. Revisão, 1982.

BRESSANI, R.J.; ELIAS, L.G. & SPANÃ, M.E.D. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*. Vol. 31(3) 550-570. 1981.

CÂMARA, G.M.S.; FILHO, J.M.; D'ARCE, M.A. & GODOY, O.P. *Série Extensão Agroindustrial nº 7. Soja - Produção Pré-Processamento e Transformação Agroindustrial*. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. Coordenadoria da Indústria e Comércio. FEALQ - Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. Piracicaba - SP.

CAMARGO, O.B.A.; AZZINI, L.E.; BANZATTO, N.W.; SOAVE, J.; FONSECA, H. *Série de Extensão Agroindustrial. Arroz - Produção, Pré-Processamento e Transformação Agroindustrial, Vol. I e II*. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. Coordenadoria da Indústria e Comércio. FEALQ - Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. Piracicaba - SP.

CHUMA, Y. UCHIDA, S. & SHENSANGA, K.H.H. Bulk physical and thermal properties of Cereal grains as Affected by moisture content. *Food Science and Technology*. Vol. 13(4) 57-70, 1981.

CUCULLE, A.F.; LEE, H. & PONS, B.G. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. Vol. 54(3) 235A-241A, 1977.

DEALY, J.N. R.M ., *Rheometers for Molten Plastics*. Van Nostrand - Reinhold Co. New York, USA . 1982.

DEMAN, J.M.; VOISEY, P.W.; RASPEN, H.E.; STANLEY, A. *Rheology and Texture in food Quality*. Westport, Connecticut, USA. 1976.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Tabela de Composição Química e Valores Energéticos de Alimen-*

- tos para Suínos e Aves. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. CNPSA. Concórdia - SC, 1985.
- EINSMINGER, M. E. & OLENTINE JR., C. G. **Feed & Nutrition**, 1st ed. Clovis, California, USA. 1978
- FEED INDUSTRY RED BOOK. Reference & Buyers' guide. Eden prairie, Minnesota, USA. 1990.
- FEEDSTUFFS REFERENCE ISSUE. The weekly newspaper for Agribusiness. July, vol. 62, nº 31. p. 24-37. Minneapolis, Minnesota, USA. 1990.
- FERRANDO, R. & HENRY, N. **Determinacion microscópica de los componentes de los Piensos**. Saragoza, España. 1981.
- FOOD ENGINEERING INTERNACIONAL. Vol. 3(4) 28, 1978.
- FRANCIS, F. J. & CLYDESDALE, F. M. **Food colorimetry: Theory and applications**. Westport, Connecticut, USA. 1975.
- HEAST, R. C. **Hand book chemistry and physics**. 50th ed. College Edition - the Chemical robber Co., 1969. p.2379.
- HERSCHDOERFER, S. M. **Quality Control in the Food Industry**. vol. 2, Academic Press, London, England. 1968.
- HUFF, W. E.; HAGLER, W. M. Jr. **Journal Of Food Protection**. Vol. 48(5) 416-420, 1985.
- HIRSH, P.; REINSHAGEN, H.; GARCIA, F. & FERNANDES, B. **Identificacion microscopia de algunos produtos usados em nutricion animal. Propocicion de Pachones para fines de Controle**. Apartado de Nutricion Bromatologica. Toxicology (6:22). Universidade Católica, Santiago, Chile. 1967.

- HWANG, M.P. & HAYAKAWA, K. Bulk densities of cookies undergoing commercial Baking Processes. *Journal of Food Science*, vol. 45: 1400-1407, 1980.
- JACOBS, A. *The Chemical Analysis of Foods and Food Products*. 3rd ed., D. Van Nostrand Co., Inc. Princeton, New Jersey, USA. 1958.
- JENIKE, A.W. Storage and flow of solids Bull. n° 123, Utah Engineering Exp. Stn. University of Utah, Salt Lake City, Utah, USA. 1964.
- KLEINKOPF, G.E.; WESTERMANN, D.T.; WILLE, M.J. & KLEINSCHMIDT, G.D. Specific Gravity of Russet Burbank Potatoes. *American Potato Journal*, 64: 579-587. 1987.
- KRAMER, A. & TWIGG, B.A. *Fundamentals of Quality Control for the Food Industry*. AVI publishing Co., Inc., Westport, Connecticut, USA. 1966.
- LATIN AMERICAN TABLES OF FEED COMPOSITION. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Science Center for tropical Agriculture. Department of Animal Science, Florida, USA. 1974.
- LEES, R. *Laboratory hand book of methods of food analysis*. CRC Press, Cleveland, USA, 1968.
- MATHEUS, J. WADSWORTH, J.I. & SPADARU, J.J. Chemical composition of starbonnet variety rice fractionated by Rough - Rice Kernel Thickness. *Cereal Chemistry*. Vol. 58(4) 331-334, 1981.
- MEYER, L.H. *Food Chemistry*. New York, Reinhold. USA. 1960.

MOHSENIN, N.N. **Physical Properties of Plant and Animal Materials.** Gordon & Breach Science Publishers. New York, USA. 1980.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Subcommittee on underutilized Resources as Animal Feedstuffs. National Academy Press. Washington, P.C., USA. 1983.

OLATUNJI, O. Production and utilization of local dry corn milled products in Nigeria. **Nutrition Reports International**, Oshodi, Lagos, Nigéria, 18: 595-600. 1977.

PELEG, M. Theoretical Analysis of the relationship between mechanical hardness and its sensory assement. **Journal of Food Science**, Westport, Connecticut, USA, 45: 1156-1160. 1980.

PELEG, M. & BAGLEY, E.B. **Physical Properties of Foods.** Westport, Connecticut, USA. 1983.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental.** 11^a ed. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP. 1985.

POMERANZ, O.C. & MELOAN, W.J. **Food analysis.** Avi, Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut. USA. 1971.

PORTER, W.L.; FITZPATRICK, T.J. & TALLEY, E.A. Studies of the relationship of specific gravity to total solids of potatoes. **American Potato Journal**, 41: 329-337. 1964.

PREGNOLATTO, W. & PREGNOLATTO, N. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos.** 3^a ed. São Paulo - SP. Br. 1985.

- RASKIN, I. A method for measuring leaf volume, density, thickness, and Internal gas volume. *Hortscience*, 18(5): 698-199. 1983.
- ROMBERG, L.D.; HAMILTON, J. & SMITH, C.L. The specific gravity as related to kernell devolopment in the pecan nut. *Proceeding for American Society for Horticultural Science*, 34: 66. 1936.
- RUMPF, H. The strenght of granules and agglomerates in agglomeration. W.A. Knepper (editor). Industrial Pub., New York, USA, 1980.
- SCIDEN, R. & PFANDER, W.H. The handbook of Feedstuffs. Production, Formulation e Medication. Springer Publishing Co. Inc., New York, USA. 1957.
- SITTON, B.G. Specific gravity as a criterion of filling in the pecan nut. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 44: 89-93. 1944.
- SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J. Soybeans: Chemistry and Technology. 1st ed. Westport, connecticut, USA, 1972.
- TRIEBOLD, H.O. & AURAND, L.W. Food composition and Analysis. D. Van Nostrand Co., Inc., Princeton, New Jersey, USA. 1963.
- WALLAPAPAN, K. & SWEAT, V.E. Transactions of the ASAE. American Society of Agricultural Engineers. p.1440-1444. 1982.
- WATT, B.K. & MERRILL, A.L. Composition of Foods. Agriculture Handbook, nº 8. Depto. of Agriculture, Washington, D.C., 1975.

WAUGH, J.G. Approximate specific gravity determination: A Rapid method for use with pecans and similar small objects. *Industrial and Engineering Chemistry, Analytic Editor*, 10(1): 209-212. 1938.

WOODBURY, G.W. & WEINHEIMER, W.H. Specific gravity - solids correlations in russet burbank with respect to point of origin and storage history. *American Potato Journal*, 42: 98-104. 1965.

APÊNDICE

Tabela I - Dados obtidos das análises no farelo de algodão 40% nas origens estudadas.

OBSERV.	ORIGEM	AC (%)	DENSID g/l	UM (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	MM (%)
1	M1	0	571	10.36	37.92	1.09	20.93	5.18
2	M1	0	566	10.74	37.91	1.25	22.04	5.24
3	M1	0	567	10.85	37.78	1.11	20.81	5.21
4	M1	10	569	9.18	30.17	0.53	21.79	5.07
5	M1	10	569	10.04	27.78	0.56	24.44	5.12
6	M1	10	571	10.12	30.07	0.51	24.36	4.36
7	M1	20	551	10.00	25.74	0.59	27.92	4.68
8	M1	20	551	10.00	25.48	0.68	27.83	4.74
9	M1	20	549	10.02	25.55	0.74	27.83	4.59
10	M1	30	556	10.02	25.19	0.28	28.88	4.70
11	M1	30	551	9.90	25.69	0.24	28.80	4.71
12	M1	30	558	10.14	25.95	0.23	28.90	4.71
13	M1	40	520	10.10	20.14	0.37	33.04	4.32
14	M1	40	516	10.03	20.00	0.39	33.47	4.23
15	M1	40	519	10.05	20.01	0.50	33.24	4.26
16	M1	50	516	10.13	19.53	0.79	32.40	3.98
17	M1	50	514	10.12	19.41	0.79	33.01	3.77
18	M1	50	515	10.11	19.33	0.83	32.10	3.69
19	M1	100	487	10.61	4.35	2.01	44.05	2.33
20	M1	100	487	10.67	4.49	1.64	42.60	3.14
21	M1	100	485	10.82	4.63	1.51	42.77	2.70
22	M2	0	618	10.44	40.11	0.99	22.67	6.00
23	M2	0	613	10.41	39.78	0.98	23.82	5.04
24	M2	0	614	10.41	40.10	1.15	24.19	4.62
25	M2	10	532	10.02	32.00	0.90	22.66	6.38
26	M2	10	539	9.44	31.27	0.87	22.20	6.56
27	M2	10	528	9.86	30.37	0.90	23.81	6.18
28	M2	20	531	9.96	30.19	1.00	24.99	5.08
29	M2	20	526	9.68	29.34	0.80	25.36	4.95
30	M2	20	533	9.91	30.44	0.82	24.72	5.03
31	M2	30	550	9.79	28.60	0.93	28.12	5.04
32	M2	30	559	9.91	30.27	0.92	27.35	5.06
33	M2	30	554	9.68	28.65	1.00	27.60	5.08
34	M2	40	516	10.05	20.03	1.00	34.15	4.17
35	M2	40	517	9.53	20.02	1.36	34.03	3.42
36	M2	40	515	10.24	19.35	1.39	34.45	3.99
37	M2	50	514	10.96	18.72	1.07	33.24	3.98
38	M2	50	514	12.14	18.59	1.16	34.02	5.25
39	M2	50	516	12.24	18.67	1.10	32.70	4.93
40	M2	100	493	10.44	4.38	2.04	43.77	3.14

AC = Adição de Casca

DENSID. = Densidade aparente

UM = Umidade

PB = Proteína bruta

EE = Extrato etéreo

FB = Fibra bruta

MM = Matéria mineral.

Tabela I - Dados obtidos das análises no farelo de algodão 40% nas origens estudadas.

OBSERV.	ORIGEM	AC (%)	DENSID g/l	UM (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	MM (%)
41	M2	100	496	11.00	5.66	1.33	39.16	3.08
42	M2	100	496	9.76	4.54	1.88	39.65	2.93
43	M3	0	626	10.12	36.53	1.09	19.02	5.44
44	M3	0	625	10.31	36.51	1.11	18.88	5.18
45	M3	0	624	10.32	36.46	1.10	18.98	5.28
46	M3	10	549	9.28	30.20	0.80	24.85	5.27
47	M3	10	553	9.73	30.27	0.66	24.52	5.23
48	M3	10	548	9.91	30.28	0.73	25.42	5.25
49	M3	20	558	10.00	31.98	0.77	24.94	5.26
50	M3	20	564	9.63	32.07	0.79	23.97	5.23
51	M3	20	558	9.71	31.98	0.84	23.99	5.29
52	M3	30	536	9.57	22.02	0.60	28.20	4.28
53	M3	30	530	9.38	21.96	0.54	38.15	4.41
54	M3	30	533	9.34	21.87	0.54	28.22	4.84
55	M3	40	564	9.90	23.54	0.97	26.99	4.33
56	M3	40	568	9.81	23.72	1.06	27.03	4.05
57	M3	40	566	9.72	23.75	0.97	26.98	4.13
58	M3	50	563	10.22	20.41	1.21	31.99	4.00
59	M3	50	562	9.89	20.29	1.18	32.36	3.91
60	M3	50	564	10.49	20.29	1.27	32.49	4.21
61	M3	100	496	11.00	5.66	1.33	39.16	3.08
62	M3	100	496	9.76	4.54	1.88	39.65	2.93
63	M3	100	493	10.44	4.38	2.04	43.77	3.14
64	M4	0	600	11.32	36.11	1.99	23.01	5.50
65	M4	0	608	10.97	36.35	2.20	22.38	5.38
66	M4	0	604	11.46	36.16	2.23	22.23	5.44
67	M4	10	567	10.60	30.98	0.97	25.07	5.12
68	M4	10	566	10.55	31.13	0.52	25.16	5.21
69	M4	10	565	10.65	31.10	0.52	26.00	5.18
70	M4	20	533	10.55	31.04	1.44	28.00	4.95
71	M4	20	534	10.62	29.91	1.49	28.74	5.11
72	M4	20	532	10.45	28.63	1.54	27.23	4.97
73	M4	30	539	10.47	25.16	1.49	28.22	4.63
74	M4	30	532	10.45	25.10	1.60	28.06	4.55
75	M4	30	536	10.49	25.13	1.53	28.26	4.47
76	M4	40	527	10.93	24.04	1.42	25.66	3.96
77	M4	40	529	10.03	23.65	1.47	27.01	4.68
78	M4	40	534	10.39	24.10	1.46	26.41	4.56
79	M4	50	500	10.41	23.57	1.38	27.77	4.72
80	M4	50	502	10.25	23.81	1.15	29.00	4.44

AC = Adição de Casca

DENSID. = Densidade aparente

UM = Umidade

PB = Proteína bruta

EE = Extrato etéreo

FB = Fibra bruta

MM = Matéria mineral.

Tabela I - Dados obtidos das análises no farelo de algodão 40% nas origens estudadas.

OBSERV.	ORIGEM	AC (%)	DENSID g/l	UM (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	MM (%)
81	M4	50	501	10.39	23.84	1.11	28.07	4.52
82	M4	100	496	11.00	5.66	1.33	39.16	3.08
83	M4	100	496	9.76	4.54	1.88	39.65	2.93
84	M4	100	493	10.44	4.38	2.04	43.77	3.14
85	M5	0	652	10.00	40.08	1.55	22.12	5.43
86	M5	0	649	9.98	38.84	1.70	23.05	5.27
87	M5	0	643	9.93	39.34	1.58	22.90	5.59
88	M5	10	583	10.12	29.62	1.00	25.95	5.18
89	M5	10	581	10.14	29.71	0.68	25.83	5.10
90	M5	10	588	9.74	30.16	0.69	26.67	4.75
91	M5	20	585	9.91	34.57	0.85	23.41	4.96
92	M5	20	596	10.10	34.99	0.79	22.16	5.71
93	M5	20	592	9.45	34.63	0.86	23.04	5.23
94	M5	30	554	10.02	25.11	0.81	27.12	4.42
95	M5	30	548	10.11	24.95	0.93	28.07	4.69
96	M5	30	548	10.12	25.00	0.84	27.28	4.60
97	M5	40	547	10.55	24.08	1.16	28.75	4.33
98	M5	40	561	10.37	25.60	0.93	28.08	4.58
99	M5	40	548	9.98	25.17	1.06	28.43	4.32
100	M5	50	482	11.03	20.14	0.85	29.18	4.46
101	M5	50	477	10.65	17.97	0.92	33.02	4.05
102	M5	50	478	10.93	17.72	0.78	33.56	4.03
103	M5	100	456	12.22	3.98	1.10	43.97	3.04
104	M5	100	458	12.27	4.23	1.12	44.14	2.89
105	M5	100	454	12.26	4.15	1.11	44.19	2.92
106	M7	0	587	11.06	39.12	1.12	15.17	5.81
107	M7	0	593	20.79	39.25	1.22	15.00	6.03
108	M7	0	584	10.94	38.99	1.17	14.86	5.80
109	M7	10	571	10.03	33.62	0.68	22.76	5.43
110	M7	10	569	10.71	33.71	0.74	23.17	5.09
111	M7	10	558	9.98	35.50	0.53	23.79	5.59
112	M7	20	562	10.77	27.64	0.65	24.73	4.25
113	M7	20	566	10.39	28.05	0.69	24.28	4.51
114	M7	20	564	10.34	27.77	0.73	24.82	4.32
115	M7	30	517	11.00	22.94	0.63	29.11	4.22
116	M7	30	517	9.75	22.86	0.78	28.04	4.40
117	M7	30	515	11.44	23.56	0.67	27.72	4.67
118	M7	40	514	10.22	22.31	0.62	30.27	4.15
119	M7	40	515	11.13	22.23	0.72	30.05	4.11
120	M7	40	516	11.05	22.27	0.70	27.82	4.49
121	M7	50	498	10.98	19.20	0.79	35.03	3.78
122	M7	50	506	10.74	19.35	0.52	34.00	4.04
123	M7	50	496	11.46	19.23	0.76	34.53	3.94
124	M7	100	456	12.22	3.98	1.10	43.97	3.04
125	M7	100	458	12.27	4.23	1.11	44.14	2.89
126	M7	100	454	12.26	4.15	1.12	44.19	2.92

AC = Adição de casca

DENSID = Densidade aparente

UM = Umidade

PB = Proteína bruta
EE = Extrato etéreo
FB = Fibra bruta
MM = Matéria mineral

Tabela II - Dados obtidos das análises no farelo de arroz cru nas origens estudadas.

OBSERV.	ORIGEM	AC (%)	DENSID g/l	UM (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	MM (%)
1	M2	0	355	11.60	13.86	16.02	8.31	8.69
2	M2	0	355	10.23	14.78	15.63	7.25	7.94
3	M2	0	353	12.40	14.95	17.04	7.69	8.78
4	M2	10	348	8.74	12.93	8.06	14.03	8.87
5	M2	10	347	9.85	13.61	7.35	13.36	10.06
6	M2	10	343	10.45	13.24	5.92	14.37	9.15
7	M2	20	354	10.06	12.97	10.14	14.18	10.62
8	M2	20	352	8.70	11.80	12.52	15.02	9.75
9	M2	20	356	10.55	13.63	12.38	14.27	10.47
10	M2	30	353	9.19	10.98	10.12	19.74	10.34
11	M2	30	357	9.67	12.05	8.77	21.06	10.89
12	M2	30	352	10.39	10.15	10.29	19.35	12.01
13	M2	40	360	9.21	9.53	6.96	26.41	12.15
14	M2	40	354	9.44	10.00	8.05	25.97	10.78
15	M2	40	357	9.46	9.51	6.35	26.13	12.38
16	M2	50	361	10.28	9.36	5.00	31.28	11.90
17	M2	50	362	9.15	8.82	4.61	31.09	11.67
18	M2	50	354	8.98	8.13	4.49	32.79	13.39
19	M2	100	360	9.53	2.44	0.48	52.85	12.10
20	M2	100	360	10.53	2.72	0.51	51.93	12.02
21	M2	100	361	9.61	2.58	0.42	53.53	12.06
22	M3	0	276	9.00	15.12	17.95	14.02	7.00
23	M3	0	274	10.79	14.68	19.03	12.96	6.51
24	M3	0	275	10.33	14.87	18.40	13.25	5.81
25	M3	10	266	8.64	13.98	18.58	16.67	7.03
26	M3	10	264	10.01	15.03	18.89	16.08	7.11
27	M3	10	266	8.68	15.93	17.64	15.55	6.14
28	M3	20	267	10.30	14.31	19.27	20.26	8.25
29	M3	20	270	8.56	14.54	18.53	20.49	6.97
30	M3	20	268	8.05	13.96	16.06	22.16	8.54
31	M3	30	279	10.02	12.05	14.75	22.84	7.73
32	M3	30	283	8.37	11.79	15.45	23.72	9.19
33	M3	30	284	8.61	12.46	13.58	23.82	9.99
34	M3	40	285	9.23	11.17	13.25	28.18	10.22
35	M3	40	288	9.07	13.21	14.30	26.86	9.94
36	M3	40	286	9.03	11.86	14.30	28.66	9.99
37	M3	50	302	8.89	9.68	9.79	31.55	10.36
38	M3	50	298	10.42	11.34	8.26	33.07	12.48
39	M3	50	300	8.53	9.97	10.33	33.45	11.63
40	M3	100	360	9.53	2.44	0.48	52.85	12.10

AC = Adição de Casca

DENSID. = Densidade aparente

UM = Umidade

PB = Proteína bruta

EE = Extrato etéreo

FB = Fibra

MM = Matéria mineral.

Tabela II - Dados obtidos das análises no farelo de arroz cru nas origens estudadas.

OBSERV.	ORIGEM	AC (%)	DENSID g/l	UM (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	MM (%)
41	M3	100	360	10.53	2.72	0.51	51.93	12.02
42	M3	100	361	9.61	2.58	0.42	53.53	12.06
43	M4	0	377	12.14	13.66	16.00	9.33	7.90
44	M4	0	383	11.78	12.97	16.24	9.69	9.52
45	M4	0	380	11.06	13.27	15.73	9.60	9.52
46	M4	10	360	10.25	12.35	11.12	16.78	9.38
47	M4	10	368	9.53	11.03	10.06	17.94	10.05
48	M4	10	367	9.29	10.01	9.57	17.90	9.13
49	M4	20	350	8.57	9.48	9.02	20.41	10.24
50	M4	20	344	10.17	9.59	9.11	19.07	8.79
51	M4	20	344	8.95	11.26	8.57	18.54	10.73
52	M4	30	337	10.28	10.33	7.99	22.05	9.88
53	M4	30	339	10.03	9.65	7.75	19.28	9.40
54	M4	30	342	8.37	9.21	7.78	23.38	10.24
55	M4	40	340	9.69	8.14	6.08	27.56	10.37
56	M4	40	338	11.12	7.36	5.13	29.05	10.46
57	M4	40	339	7.69	7.57	5.56	30.03	10.85
58	M4	50	327	9.47	6.75	4.60	31.52	9.85
59	M4	50	333	8.96	6.68	4.43	31.21	11.25
60	M4	50	328	9.41	7.45	4.71	32.52	11.60
61	M4	100	360	9.53	2.44	0.48	52.85	12.10
62	M4	100	360	10.53	2.72	0.51	51.93	12.02
63	M4	100	361	9.61	2.58	0.42	53.53	12.06
64	M5	0	321	13.95	14.83	11.14	13.43	6.11
65	M5	0	319	13.38	16.07	9.79	13.72	5.32
66	M5	0	320	14.28	15.60	10.42	13.50	5.46
67	M5	10	312	9.42	13.99	15.78	18.21	6.65
68	M5	10	303	8.54	14.52	16.36	17.45	5.94
69	M5	10	306	8.89	14.45	16.10	17.08	7.03
70	M5	20	310	10.16	13.14	15.27	19.32	8.13
71	M5	20	312	8.93	13.51	13.95	19.07	7.04
72	M5	20	311	8.33	13.58	13.02	17.29	6.85
73	M5	30	320	9.48	11.66	7.59	24.64	9.00
74	M5	30	313	9.21	11.18	5.33	25.87	7.76
75	M5	30	315	9.30	12.62	6.73	26.92	9.52
76	M5	40	317	8.67	10.39	9.45	28.73	10.28
77	M5	40	319	10.14	10.67	9.84	30.50	9.05
78	M5	40	324	9.18	10.68	11.28	28.46	10.58
79	M5	50	318	9.55	10.21	8.03	34.04	10.47
80	M5	50	325	8.86	10.08	7.56	32.85	12.11

AC = Adição de Casca

DENSID. = Densidade aparente

UM = Umidade

PB = Proteína bruta

EE = Extrato etéreo

FB = Fibra bruta

MM = Matéria mineral.

Tabela II - Dados obtidos das análises no farelo de arroz cru nas origens estudadas.

OBSERV.	ORIGEM	AC (%)	DENSID g/l	UM (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	MM (%)
81	M5	50	320	9.10	10.22	7.54	33.10	10.87
82	M5	100	358	10.30	2.71	0.50	53.27	12.24
83	M5	100	359	9.32	2.49	0.65	54.09	12.79
84	M5	100	363	9.51	2.54	1.01	54.43	12.26
85	M7	0	315	13.12	14.18	19.21	9.84	8.50
86	M7	0	313	12.65	14.42	20.07	10.73	7.98
87	M7	0	314	12.78	14.18	18.80	11.17	7.94
88	M7	10	321	12.34	13.67	17.26	14.66	10.04
89	M7	10	317	11.79	13.35	16.83	13.95	8.77
90	M7	10	316	11.93	13.57	16.04	14.17	10.20
91	M7	20	329	11.58	13.06	15.79	19.59	9.86
92	M7	20	325	12.43	12.84	17.05	18.34	11.13
93	M7	20	327	11.18	12.38	16.15	20.21	9.79
94	M7	30	323	12.51	9.33	10.32	23.17	11.35
95	M7	30	319	10.86	8.97	9.38	22.00	13.02
96	M7	30	322	11.19	9.34	10.24	20.89	12.86
97	M7	40	330	12.29	10.03	9.24	27.22	13.29
98	M7	40	326	10.74	9.51	9.02	25.95	12.41
99	M7	40	329	10.03	9.32	9.07	27.41	13.51
100	M7	50	336	9.90	8.15	7.35	31.50	12.94
101	M7	50	340	11.55	7.20	8.04	28.87	14.08
102	M7	50	335	10.80	6.64	8.43	29.99	13.81
103	M7	100	373	8.97	2.68	0.71	45.98	18.06
104	M7	100	376	10.42	2.39	0.42	46.76	17.23
105	M7	100	377	9.02	2.55	0.43	46.46	17.39

AC = Adição de Casca

DENSID. = Densidade aparente

UM = Umidade

PB = Proteína bruta

EE = Extrato etéreo

FB = Fibra bruta

MM = Matéria mineral.

Tabela III - Dados obtidos das análises no farelo de soja nas origens estudadas.

OBSERV.	ORIGEM	AC (%)	DENSID g/l	UM (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	MM (%)
1	M1	0	622	12.06	46.44	1.07	7.62	7.33
2	M1	0	619	11.79	46.28	1.20	8.45	7.01
3	M1	0	620	12.54	46.24	1.18	8.11	6.81
4	M1	10	502	10.98	39.12	0.42	17.03	6.05
5	M1	10	500	11.10	38.57	0.41	17.26	6.00
6	M1	10	498	10.95	38.47	0.43	17.55	5.92
7	M1	20	468	10.26	37.00	0.41	16.44	6.24
8	M1	20	464	11.03	36.79	0.47	17.01	5.83
9	M1	20	466	11.62	36.82	0.47	16.83	6.26
10	M1	30	431	11.00	33.77	0.85	20.02	5.37
11	M1	30	435	9.97	33.99	0.66	19.05	7.11
12	M1	30	433	11.55	34.06	0.62	17.73	6.24
13	M1	40	408	9.82	29.33	0.54	18.56	6.48
14	M1	40	402	11.08	29.95	0.50	18.84	5.59
15	M1	40	390	10.33	30.09	0.46	19.57	5.87
16	M1	50	372	10.59	26.05	0.87	27.38	6.75
17	M1	50	364	9.64	25.48	0.93	27.60	5.98
18	M1	50	365	10.94	24.70	0.96	27.46	6.62
19	M1	100	302	10.47	11.04	1.14	42.92	4.17
20	M1	100	298	12.06	9.63	1.15	43.22	3.89
21	M1	100	300	10.80	9.45	1.07	43.16	4.15
22	M2	0	608	12.04	48.55	1.59	7.28	5.74
23	M2	0	611	11.19	48.73	1.35	7.61	5.66
24	M2	0	611	11.72	48.70	1.95	7.49	5.46
25	M2	10	520	10.45	42.20	1.09	11.54	5.35
26	M2	10	514	9.46	41.97	1.16	13.05	5.43
27	M2	10	517	10.39	42.01	1.29	13.69	5.96
28	M2	20	480	9.83	40.14	1.05	15.33	5.58
29	M2	20	485	9.90	39.85	1.11	14.46	5.13
30	M2	20	487	10.57	40.19	1.41	14.97	5.49
31	M2	30	449	11.00	35.80	1.33	17.27	5.27
32	M2	30	451	9.44	35.66	1.18	20.04	5.00
33	M2	30	450	9.56	35.64	1.12	18.76	5.24
34	M2	40	440	10.21	32.12	1.00	20.18	5.21
35	M2	40	432	10.09	31.48	1.47	23.07	4.75
36	M2	40	430	9.79	31.98	1.37	22.75	5.34
37	M2	50	421	9.60	28.13	0.94	25.16	5.12
38	M2	50	416	10.88	27.75	1.15	25.38	4.90
39	M2	50	414	9.76	28.00	1.15	25.36	4.53
40	M2	100	301	10.03	10.52	1.36	43.03	3.16

AC = Adição de Casca

DENSID. = Densidade aparente

UM = Umidade

PB = Proteína bruta

EE = Extrato etéreo

FB = Fibra bruta

MM = Matéria mineral.

Tabela III - Dados obtidos das análises no farelo de soja nas origens estudadas.

OBSERV.	ORIGEM	AC (%)	DENSID g/l	UM (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	MM (%)
41	M2	100	300	9.00	10.09	1.17	42.25	2.69
42	M2	100	305	9.56	10.29	1.28	41.89	2.70
43	M3	0	636	12.65	46.00	1.02	6.94	7.23
44	M3	0	635	12.27	45.52	1.06	7.30	7.08
45	M3	0	631	12.34	46.30	1.10	7.54	7.11
46	M3	10	550	11.05	40.00	0.80	12.99	7.04
47	M3	10	549	9.77	40.24	0.66	13.61	5.40
48	M3	10	551	11.40	40.21	0.73	13.69	6.16
49	M3	20	500	10.83	37.39	0.77	16.05	5.57
50	M3	20	498	9.56	38.03	0.79	16.11	6.22
51	M3	20	502	11.80	37.29	0.84	17.46	5.79
52	M3	30	482	8.94	36.16	0.60	19.22	5.35
53	M3	30	483	11.62	35.54	0.54	18.38	6.05
54	M3	30	487	10.91	36.00	0.54	18.14	6.15
55	M3	40	397	10.15	31.25	0.97	22.13	5.48
56	M3	40	398	11.56	30.78	1.06	21.54	5.56
57	M3	40	405	9.91	31.42	0.97	21.55	5.55
58	M3	50	379	10.27	27.65	1.21	25.14	5.11
59	M3	50	373	11.00	28.06	1.18	25.61	5.69
60	M3	50	372	10.29	27.39	1.27	25.45	5.19
61	M3	100	302	10.47	11.04	1.33	42.92	4.17
62	M3	100	298	12.06	9.63	1.88	43.22	3.89
63	M3	100	300	10.80	9.45	2.04	43.16	4.15
64	M4	0	622	12.63	48.34	1.99	7.13	5.50
65	M4	0	620	9.95	48.19	2.20	7.47	5.08
66	M4	0	618	11.77	48.22	2.23	7.54	5.53
67	M4	10	515	10.56	43.71	0.97	12.60	4.98
68	M4	10	518	10.08	44.00	0.52	12.38	5.62
69	M4	10	515	11.04	43.87	0.52	12.31	5.51
70	M4	20	460	10.29	38.65	1.44	16.10	5.33
71	M4	20	456	11.32	39.03	1.49	16.04	4.27
72	M4	20	452	9.86	38.87	1.54	15.44	4.14
73	M4	30	432	9.75	34.70	1.49	21.15	4.52
74	M4	30	438	11.21	34.55	1.60	19.77	4.94
75	M4	30	439	10.33	34.61	1.53	21.30	4.73
76	M4	40	400	10.18	32.49	1.42	22.88	4.81
77	M4	40	399	10.14	32.06	1.47	24.02	4.34
78	M4	40	402	10.16	32.26	1.46	23.03	4.26
79	M4	50	355	11.05	28.02	1.38	26.50	4.27
80	M4	50	357	10.00	28.38	1.15	26.17	4.39

AC = Adição de Casca

DENSID. = Densidade aparente

UM = Umidade

PB = Proteína bruta

EE = Extrato etéreo

FB = Fibra bruta

MM = Matéria mineral.

Tabela III - Dados obtidos das análises no farelo de soja nas origens estudadas.

OBSERV.	ORIGEM	AC (%)	DENSID g/l	UM (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	MM (%)
81	M4	50	356	9.73	29.46	1.10	25.94	4.93
82	M4	100	300	8.57	10.31	1.20	42.16	4.05
83	M4	100	297	11.09	10.44	1.17	42.59	4.28
84	M4	100	300	9.98	10.45	1.11	42.66	4.12
85	M5	0	620	11.36	47.51	1.97	8.09	6.14
86	M5	0	622	12.58	47.32	1.73	7.74	6.02
87	M5	0	624	12.66	47.55	1.88	7.87	5.93
88	M5	10	551	9.69	44.26	1.02	13.11	4.25
89	M5	10	554	11.31	45.03	1.07	12.18	5.18
90	M5	10	551	10.50	43.70	1.39	12.33	5.48
91	M5	20	487	10.84	40.14	1.00	14.96	5.21
92	M5	20	485	10.16	39.24	1.24	15.42	4.69
93	M5	20	480	10.23	40.05	1.09	16.45	5.37
94	M5	30	450	9.75	36.20	1.10	18.66	5.09
95	M5	30	447	11.27	35.69	1.13	18.37	5.10
96	M5	30	444	10.00	36.02	1.07	18.29	4.75
97	M5	40	416	10.93	31.74	1.45	22.34	4.55
98	M5	40	415	10.15	33.07	0.99	23.12	4.96
99	M5	40	420	9.82	31.46	1.37	23.06	4.41
100	M5	50	373	10.07	27.58	1.26	26.48	4.72
101	M5	50	374	10.02	26.84	1.06	26.00	4.84
102	M5	50	378	10.27	27.90	1.04	26.03	5.05
103	M5	100	302	10.47	11.04	1.14	42.92	4.17
104	M5	100	298	12.06	9.63	1.15	43.22	3.89
105	M5	100	300	10.80	9.45	1.07	43.16	4.15
106	M6	0	657	12.61	48.20	1.54	7.15	6.10
107	M6	0	656	13.02	48.19	2.00	8.03	5.63
108	M6	0	652	12.65	48.16	1.83	7.53	5.64
109	M6	10	563	10.41	44.05	1.25	11.00	5.87
110	M6	10	566	11.44	43.28	1.27	10.18	6.79
111	M6	10	566	11.66	43.02	1.08	10.59	6.84
112	M6	20	510	9.83	38.84	1.12	14.05	6.35
113	M6	20	509	9.90	40.31	0.91	14.46	5.58
114	M6	20	506	12.97	39.17	0.94	14.21	6.28
115	M6	30	470	10.28	36.59	1.10	16.98	6.42
116	M6	30	468	11.71	37.06	0.89	17.77	5.60
117	M6	30	463	10.83	36.27	0.86	17.54	4.84
118	M6	40	421	10.69	30.68	0.84	23.06	5.95
119	M6	40	424	9.75	30.44	0.81	23.82	4.95
120	M6	40	415	11.00	29.93	0.81	24.10	5.06
121	M6	50	382	9.57	29.13	0.83	25.33	5.72
122	M6	50	385	11.04	28.76	0.75	25.67	5.70
123	M6	50	382	10.41	28.45	0.82	25.74	5.68
124	M6	100	302	10.47	11.04	1.14	42.92	4.17
125	M6	100	298	12.06	9.63	1.15	43.22	3.89
126	M6	100	300	10.80	9.45	1.07	43.16	4.15

AC = Adição de casca

DENSID = Densidade aparente

UM = Umidade

PB = Proteína bruta

EE = Extrato etéreo

FB = Fibra bruta

MM = Matéria mineral

Tabela III - Dados obtidos das análises no farelo de soja nas origens estudadas.

OBSERV.	ORIGEM	AC (%)	DENSID g/l	UM (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	MM (%)
127	M7	0	603	12.62	43.51	1.98	9.79	6.58
128	M7	0	607	13.04	43.92	2.43	9.96	6.35
129	M7	0	608	12.41	44.09	2.04	9.74	6.33
130	M7	10	522	10.10	40.03	1.09	13.25	6.16
131	M7	10	520	12.36	39.03	1.14	14.14	5.80
132	M7	10	518	10.87	39.03	1.10	13.50	5.56
133	M7	20	483	9.79	36.10	1.20	16.38	5.42
134	M7	20	485	9.91	36.00	0.98	17.02	6.07
135	M7	20	481	13.09	36.14	1.15	16.58	5.37
136	M7	30	448	12.22	32.27	1.36	20.49	4.95
137	M7	30	449	9.65	31.98	1.72	21.15	5.93
138	M7	30	453	10.08	33.16	1.57	21.05	6.25
139	M7	40	397	10.64	28.43	1.49	23.00	5.78
140	M7	40	404	10.67	28.22	1.66	22.76	5.50
141	M7	40	399	10.25	28.52	1.53	22.58	5.55
142	M7	50	332	11.11	25.00	1.38	26.87	4.82
143	M7	50	336	8.99	24.25	1.61	27.11	5.09
144	M7	50	331	11.01	23.71	1.39	27.20	5.72
145	M7	100	301	10.03	10.52	1.36	43.03	3.16
146	M7	100	300	9.00	10.09	1.17	42.25	2.69
147	M7	100	305	9.56	10.29	1.28	41.89	2.70

AC = Adição de Casca

DENSID. = Densidade aparente

UM = Umidade

PB = Proteína bruta

EE = Extrato etéreo

FB = Fibra bruta

MM = Matéria mineral.