

ESTIMATIVA DO VALOR ENERGÉTICO A PARTIR DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS ALIMENTOS

Carolina Uchôa Guerra Barbosa¹
Homero Perazzo Barbosa²
José Marcelino Oliveira Cavaleiro³
Vinícius Lacerda Wanderley⁴

RESUMO

Devido à importância do valor nutritivo e à impossibilidade de se medir a energia disponível dos alimentos por intermédio de análises laboratoriais simples, realizou-se este trabalho, buscando relacionar a disponibilidade de energia com a composição dos alimentos obtida por análises rápidas e baratas. Foram utilizadas como fonte, os dados determinados por Barbosa (1998) que continham a disponibilidade de energia (Kcal/Kg MS) dos alimentos. A energia bruta do amendoim, caju (polpa), jaca (bago), mandioca (folha) e soja, obtida a partir das equações propostas por Schiemann et al (1971) e Nehring (1972) foi estimada com grande precisão. Para os demais alimentos, encontraram-se diferenças significativas entre valores preditos e os determinados diretamente em bomba calorimétrica. Pela grande variabilidade encontrada entre os valores preditos e os determinados, é necessário a determinação de equações que estimem com maior precisão a energia bruta para os diferentes alimentos.

Palavras-Chave: Energia dos alimentos. Valor energético. Equações para estimação.

¹ Especialização em Microbiologia. Professora de Bioquímica e Imunologia da FACENE/FAMENE.

² Prof. Doutor de Bioquímica da FACENE/FAMENE.

³ Prof. Doutor do DTQA/ CT / Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

⁴ Discente do Curso de Medicina da FAMENE.

1 INTRODUÇÃO

Ao se avaliar um alimento, o primeiro passo é o conhecimento de sua composição química. Moot e Moore (1970) definem o valor nutritivo de um alimento como função da composição química e dos produtos finais da digestão. Assim, a análise química dos princípios nutritivos de um alimento já oferece uma informação relativa de seu valor nutritivo.

A escassez de informações sobre o valor nutritivo dos alimentos utilizados no Brasil indica a necessidade de mais pesquisas, em virtude de sua grande importância na alimentação (WEISS, 1993).

Analisando diferentes tabelas, Philippi et al. (1995), concluíram que, para um mesmo grupo de alimentos os valores diferem com certo grau de variação, o que certamente influencia no cálculo final de uma dieta.

Outros autores (Burgos et al., 1996 e Franco, 1992), analisando a composição de alimentos, concluíram que as informações disponíveis nas Tabelas de Composição de Alimentos necessitam ser revistas. Essas variações podem, em grande parte, ser devido às diferenças metodológicas utilizadas para a determinação dos conteúdos energéticos e/ou nutricional.

Em nosso Estado, encontramos uma diversidade muito grande de alimentos que podem ser utilizados na alimentação. Dentre eles, destacamos o abacaxi (*Ananás sativus*) da família *Bromeliaceae*, amendoim (*Arachis hypogaea*) da família *Leguminosae*, arroz (*Oriza sativa*) da família *Gramineae*, aveia (*Avena sativa*) da família *Gramineae*, batata doce (*Ipomoea batatas*) da família *Convolvulaceae*, caju (*Anacardium occidentale*) da família *Anacardiaceae*, cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) da família *Gramineae*, cardeiro (*Cereus chrysostele*) da família *Cactaceae*, coco (*Cocos nucifera*) da família *Palmaceae*, gergelim (*Sesamum indicum*) da família *Pedaliaceae*, girassol (*Helianthus annuus*) da família *Compositae*, jaca (*Artocarpus integrifolia*) da família *Moraceae*, linhaça (*Leucaena leucocaephala*) da família *Leguminosae*, mandioca (*Manihot utilissima*) da família *Euphorbiaceae*, milho (*Zea mays*) da família *Gramineae*, palma miúda (*Nopalea cochenillifera*) da família *Cactaceae*, soja (*Glycine indica*) da família *Leguminosae* e umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) da família *Anacardiaceae*.

Todas essas espécies têm importância fundamental no fornecimento de energia para a população do Estado da Paraíba e, o conhecimento do potencial nutritivo possibilita uma programação, de forma racional, na alimentação humana. De acordo com Setian et al. (1979), uma alimentação equilibrada assume importância fundamental em todas as fases do desenvolvimento do ser humano.

A energia bruta de um alimento é a quantidade de calor, expressa em calorias (cal) ou quilocalorias (kcal), liberada quando uma substância é oxidada completamente em uma bomba calorimétrica. A energia bruta de um alimento depende de sua composição química, em particular, do teor de matéria orgânica e da proporção das ligações CH_2 e $-\text{CH}=\text{CH}-$, que proporcionam muita energia durante o processo de oxidação (INRA, 1981).

A abordagem mais adequada para se obter o valor energético dos alimentos é a calorimetria direta, a qual permite a determinação precisa por meio da combustão do alimento.

Desse modo, tem-se procurado estimular iniciativas no sentido de serem obtidos dados atualizados sobre a energia bruta dos alimentos, mais adequados à realidade do nosso Estado e também melhorar a qualidade e a quantidade das informações.

Bogdan (1977) esclarece que, do ponto de vista bromatológico, o valor de um alimento depende da concentração de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), extrato livre de nitrogênio (ENN) e de outros nutrientes como minerais e vitaminas.

Numerosos fatores como: espécie da planta, temperatura, intensidade de luz, disponibilidade de água, latitude, maturidade, tipo de colheita, processamento e armazenamento afetam a composição química e, conseqüentemente, a disponibilidade de energia dos alimentos (Van Soest, 1994). Para considerar essas alterações, diferentes medidas de energia disponível têm sido desenvolvidas, considerando-se uma ou mais dessas fontes de variação (Weiss, 1993).

Em muitas situações, não se dispõe de uma bomba calorimétrica para a determinação direta da energia bruta de um alimento. A medição da energia disponível é extremamente trabalhosa, não sendo feita rotineiramente. A dificuldade de se avaliar a disponibilidade energética e a importância de se conhecer o conteúdo de energia dos alimentos têm levado ao desenvolvimento de métodos para estimar o conteúdo de energia disponível. No entanto, poucos são disponíveis para estimar o valor energético dos concentrados (Weiss et al., 1992).

Muitos componentes químicos são relacionados à concentração de energia disponível de um alimento, sendo que os constituintes comumente avaliados são cinzas, extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, amido e frações nitrogenadas (Weiss, 1998).

Como a composição e o conteúdo de energia dos alimentos também podem variar significativamente (Belyea et al., 1989), faz-se necessário o estudo de equações para estimar a energia disponível nesses alimentos. Assim, a energia pode ser estimada a partir do conhecimento de sua composição química. Os valores energéticos foram estimados baseando-se nos fatores de conversão propostos por Atwater de 4 kcal/g de carboidrato, 4 kcal/g de proteína e 9 kcal/g de lipídeos, conforme Dutra - de - Oliveira et al. (1982). Schiemann et al. (1971) determinou a seguinte equação para estimação do valor da energia bruta:

$$\mathbf{EB \text{ (Kcal/kg)} = 5,72 \cdot PB + 9,50 \cdot EE + 4,79 \cdot FB + 4,17 \cdot ENN}$$

Por sua vez, Nehring (1972) obteve a partir de um elevado número de análises a equação seguinte:

$$\mathbf{EB \text{ (Kcal/kg)} = 5,402 \cdot PB + 9,729 \cdot EE + 4,590 \cdot FB + 4,231 \cdot ENN}$$

Devido à dificuldade de se medir experimentalmente a energia disponível dos alimentos e à escassez de trabalhos que focalizam as correlações entre características químicas e biológicas dos alimentos com a disponibilidade de energia, esta pesquisa objetivou avaliar equações para cálculo da energia disponível de alimentos, utilizando como fonte de dados os experimentos realizados por Barbosa (1998).

2 MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de abacaxi (*Ananás sativus*), amendoim (*Arachis hypogaea*), arroz (*Oriza sativa*), aveia (*Avena sativa*), batata doce (*Ipomoea batatas*), caju (*Anacardium occidentale*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), cardeiro (*Cereus chrysostele*), coco (*Cocos nucifera*), gergelim (*Sesamum indicum*), girassol (*Helianthus annuus*), jaca (*Artocarpus integrifolia*), linhaça (*Leucaena leucocephala*), mandioca (*Manihot utilissima*), milho (*Zea mays*), palma miúda (*Nopalea cochenillifera*), soja (*Glycine indica*) e umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) foram coletadas no estado da Paraíba.

As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE)) foram feitas de acordo com a A.O.A.C. (1970) e

Instituto Adolfo Lutz (1985). Os carboidratos não fibrosos (CNF) ou extrato não nitrogenado (ENN), foram obtidos por diferença [ENN = 1000 – (PB + FB + EE + CINZAS)] de acordo com WEISS (1999). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica PARR, segundo a A.O.A.C. (1970) e estimada através das equações propostas por Schiemann et al (1971) e Nehring (1972).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A abordagem mais adequada para se obter o valor energético dos alimentos é a calorimetria direta, a qual permite a combustão completa do alimento. Os valores de energia, variaram de 3 268 Kcal/Kg MS (palma) a 7 756 Kcal/kg MS (gergelim). Os valores de energia bruta, expressos no presente trabalho, em Kcal/Kg de matéria seca ou matéria natural, podem ser convertidos a quilojoules (Kj), considerando-se que 1 Kcal = 4,1868 Kj, ou que 1 Kj = 0,2388 Kcal.

A composição química dos alimentos estudados, em diversos princípios nutritivos, está apresentada na Tabela 1 e os valores energéticos, determinados diretamente e estimados, encontram-se na Tabela 2.

Os valores energéticos, estimados pela equação de Schiemann et al (1971) quando comparados ao analisados diretamente, variaram de -726 a +1 648 Kcal/Kg. Os alimentos amendoim, caju (polpa), jaca (bago), mandioca (folha) e soja apresentaram valores de energia estimados próximos ao analisado diretamente em bomba calorimétrica por Barbosa (1998).

Por outro lado, o gergelim apresentou a maior diferença absoluta entre os valor determinado diretamente e o obtido pela equação de Schiemann et al (1971), 7 756 e 6 108 Kcal/Kg, respectivamente. Nesse caso, a estimativa subestimou o valor energético, possivelmente devido às diferenças na composição química. Para o umbuzeiro (folha) o valor estimado (4 685 Kcal/Kg) encontra-se bem acima do determinado diretamente em bomba calorimétrica (3 959 Kcal/Kg).

Analisando-se valores energéticos estimados pela equação de Nehring (1972), observou-se uma variação de -717 a +1 675 Kcal/Kg. Os alimentos amendoim, caju (polpa), jaca (bago), mandioca (folha) e soja apresentaram os valores de energia estimados próximos ao analisado diretamente em bomba calorimétrica por Barbosa (1998). Outra vez, o gergelim apresentou a maior diferença absoluta entre o valor determinado diretamente e o obtido pela

equação de Nehring (1972), 7 756 e 6 081 Kcal/Kg, respectivamente, com o valor energético subestimado. O valor estimado para o umbuzeiro (folha), de 4 685 Kcal/Kg, encontra-se bem acima do determinado diretamente em bomba calorimétrica (3 959 Kcal/Kg).

Nas figuras 1 e 2, estão registradas as diferenças entre os valores energéticos determinados por Barbosa (1998) e os estimados através das equações propostas por Schiemann et al (1971) e Nehring (1972).

Tabela 1 – Composição química, em diversos princípios nutritivos, dos alimentos estudados.

ALIMENTO	NUTRIENTES (g/kg)					
	MS (g/kg)	MO	PB	FB	EE	ENN
Abacaxi, casca	1000,0 124,1	943,4 117,1	22,2 2,7	11,5 13,8	35,4 4,4	874,3 108,5
Amendoim, grão	1000,0 929,6	976,8 908,0	291,8 271,2	32,7 30,4	418,2 388,8	234,1 217,6
Arroz	1000,0 860,5	896,6 804,3	141,9 127,3	83,4 74,8	158,9 142,5	512,4 459,7
Aveia, grão	1000,0 887,9	978,7 869,0	112,5 99,9	14,2 12,6	64,6 57,3	787,4 699,3
Batata Doce, raiz	1000,0 328,0	973,5 319,3	54,0 17,7	13,4 4,4	29,1 9,5	877,0 287,7
Caju, polpa	1000,0 117,9	985,9 116,2	118,9 14,0	133,2 15,7	44,9 5,3	688,9 81,2
Cana-de-açúcar, colmo	1000,0 277,6	986,2 273,8	21,5 6,0	307,9 85,5	55,8 15,5	601,0 166,8
Cardeiro, polpa do fruto	1000,00 154,3	964,0 148,7	265,9 41,0	516,0 79,6	40,9 6,3	141,2 21,9
Coco seco	1000,00 332,8	987,3 328,6	79,2 26,3	112,9 37,6	648,0 215,6	147,2 49,1
Gergelim	1000,0 894,7	926,1 828,6	227,2 203,3	201,3 180,1	331,9 296,9	165,7 148,3
Girassol, semente	1000,0 902,1	963,6 869,3	144,6 130,4	236,2 213,1	306,9 276,8	275,9 249,0
Jaca, bago	1000,0 419,9	959,9 403,1	68,7 28,8	87,5 36,7	12,0 5,0	791,7 332,6
Jaca, caroço	1000,0 438,5	964,9 423,1	106,5 46,7	64,0 28,1	10,5 4,6	783,9 343,9
Linhaça, semente	1000,0 902,4	807,4 728,6	176,8 159,5	76,5 69,0	102,4 92,4	451,7 407,7
Mandioca, folha	1000,0 195,5	933,8 182,6	286,0 55,9	148,9 29,1	60,6 11,8	438,3 85,8
Mandioca, raiz	1000,0 361,2	978,2 353,3	25,9 9,3	12,0 4,3	18,0 6,5	922,3 333,2
Milho Amarelo, grão	1000,0 926,8	984,7 912,6	90,8 84,1	25,1 23,3	56,9 52,7	811,9 752,9

Milho Branco, grão	1000,0 898,6	981,4 881,9	82,4 74,0	17,1 15,4	76,5 68,7	805,4 723,8
Palma	1000,0 96,3	775,5 74,7	59,8 5,7	125,8 12,1	16,4 1,6	573,4 55,3
Palma Miúda, fruto	1000,0 91,5	856,2 78,3	68,4 6,2	111,3 10,2	23,8 2,2	652,7 59,8
Soja, grão	1000,0 869,6	935,8 813,8	428,1 372,3	66,6 57,9	23,5 20,4	417,6 363,2
Umbuzeiro, folha	1000,0 193,8	910,6 176,5	130,5 25,3	130,4 25,3	113,4 22,0	536,3 103,9

Valores em negrito: expressos na matéria seca.

Valores em escrita fina: expressos na matéria natural.

Tabela 2 – Valores de energia bruta (Kcal/kg) dos alimentos determinados diretamente por Barbosa (1998) e estimados através de equações

ALIMENTO	Barbosa (1998)	Schiemann et al. (1971)	Nehring (1972)
Abacaxi, casca	4 595 570	4 164	4 216
Amendoim, grão	6 791 6 313	6 775	6 786
Arroz	4 222 3 788	4 857	4 863
Aveia, grão	4 860 4 315	4 609	4 633
Batata Doce, raiz	4 045 1 327	4 045	4 347
Caju, polpa	4 556 537	4 613	4 601
Cana-de-açúcar, colmo	4 053 1 125	4 634	4 615
Cardeiro, polpa do fruto	5 459 842	4 970	4 800
Coco seco	7 474 2 487	7 764	7 873
Gergelim	7 756 6 939	6 108	6 081
Girassol, semente	6 632 5 983	6 025	6 018
Jaca, bago	4 230 1 776	4 227	4 239
Jaca, caroço	4 420 1 938	4 284	4 288
Linhaça, semente	5 226 4 716	4 234	4 214
Mandioca, folha	4 712 921	4 753	4 672
Mandioca, raiz	4 095 1 479	4 223	4 272

Milho Amarelo, grão	4 713 4 368	4 566	4 594
Milho Branco, grão	4 445 3 994	4 639	4 676
Palma	3 268 315	3 492	3 486
Palma Miúda, fruto	4 151 380	3 872	3 873
Soja, grão	4 630 4 026	4 732	4 613
Umbuzeiro, folha	3 959 767	4 685	4 676

Valores em negrito: expressos na matéria seca.

Valores em escrita fina: expressos na matéria natural.

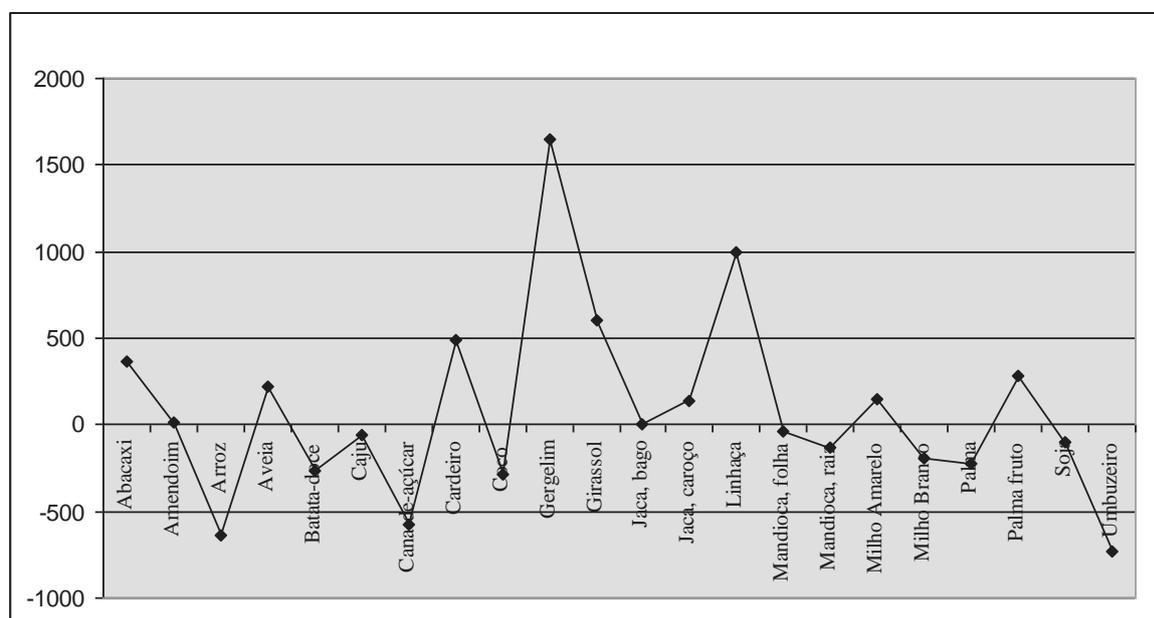


Gráfico 1 – Diferenças entre os valores de energia bruta (kcal/kg MS) determinados por Barbosa (1998) e o estimado por Schiemann et al (1971).

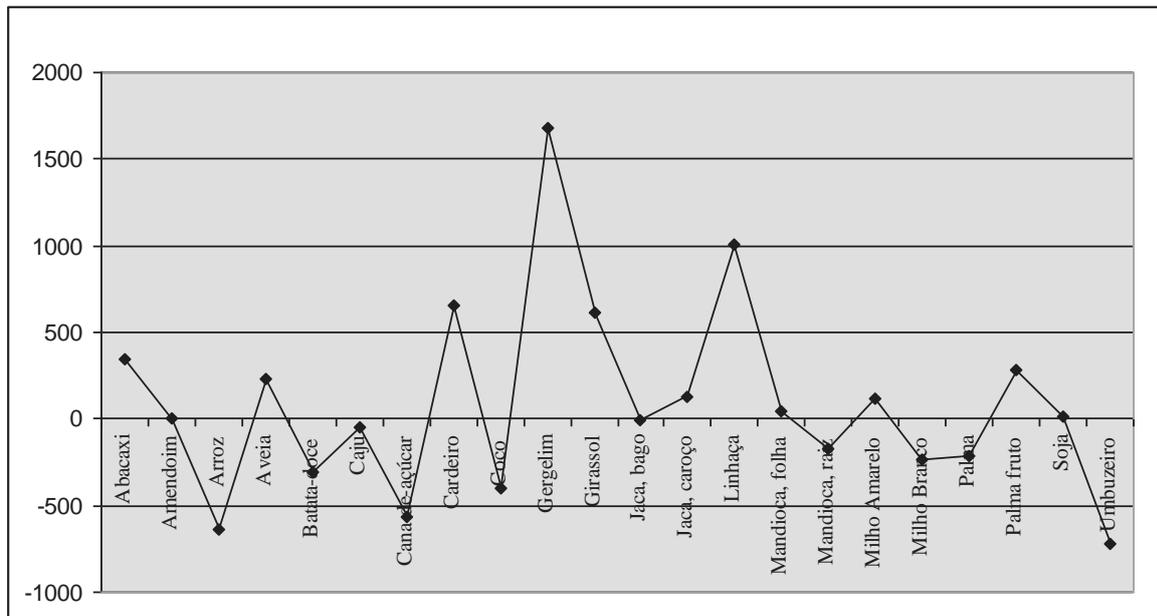


Figura 2 – Diferenças entre os valores de energia bruta (kcal/kg MS) determinados por Barbosa (1998) e o estimado por Nehring (1972).

4 CONCLUSÕES

Nas condições de realização do presente trabalho, conclui-se que:

- a energia bruta do amendoim, caju (polpa), jaca (bago), mandioca (folha) e soja, obtida a partir das equações propostas por Schiemann et al (1971) e Nehring (1972), foi estimada com grande precisão. Para os demais alimentos, encontraram-se diferenças significativas entre valores preditos e os determinados diretamente em bomba calorimétrica;
- pela grande variabilidade encontrada entre os valores preditos e os determinados, é necessária a determinação de equações que estimem com maior precisão a energia bruta para os diferentes alimentos;
- a variação de energia bruta seguiu a mesma variação encontrada para a matéria orgânica;
- a determinação do valor energético dos alimentos é importante para a monitoração do padrão de alimentação da população;
- os resultados dessa pesquisa reforçam a necessidade da determinação de equações em função da composição química de alimentos comercializados em nosso Estado, o que permite uma informação mais

precisa sobre a ingestão energética, orientando dessa forma, a elaboração de dietas mais adequadas à população de nosso Estado.

ABSTRACT

ESTIMATES OF THE ENERGY VALUE FROM CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE FEEDSTUFFS.

The work was conducted to relate the energy availability with the feedstuffs composition obtained from fast and cheap analysis, due to the importance of nutritive value and to the impossibility to measure the available energy of the feedstuffs by simple lab analysis. This work was carried out using as a data bank source of Barbosa (1998) that contained the energy (kcal/kg DM) of the feeds available, and also the chemical analysis of the feeds. The gross energy of peanut (*Arachis hypogaea*), “caju” (*Anacardium occidentale*), “jaca” (*Artocarpus integrifolia*), manioc (*Manihot utilissima*) and soya (*Glycine indica*), obtained from equations proposed for Schiemann et al (1971) and Nehring (1972), showed great precision. For the other feedstuffs, significant differences among values predicted and the determined directly in calorimetric bomb Parr. Due to variability found among the values estimated and those determined directly, it is necessary the establishment of equations that estimate, with certain accuracy, the gross energy for the feedstuffs studied.

Key Words: Energy of feedstuff. Energy value. Equations for estimation.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST – A.O.A.C. **Official Methods of Analysis.** 9th Washington. 1970.

BARBOSA, H.P. **Tabela de Composição dos Alimentos do Estado da Paraíba:** setor agropecuário. 2. ed. João Pessoa: [s.n.]. 221 p.

BELYEA, R.L., STEVENS, B.J., RESTREPO, R.J. et al. 1989. Variation in composition of by-product feeds. **J. Dairy Sci.**, 72:2339-2345.

BOGDAN, A.V. **The Legumes:** Tropical Pasture and Fodder Plants. Londres, Longman. 1977. p. 302-428.

BURGOS, M.G.P.A.; RIBEIRO, M.A.; MELO FILHO, S.C.; CABRAL, P.C. Composição Centesimal do Ovo da Galinha, Carne de Boi e Frango Consumidos na área metropolitana e recife, Nordeste do Brasil. **Revista de Nutrição da Puccamp.** Campinas. v. 9, n.2. 1996. p. 224-235.

DUTRA - DE - OLIVEIRA, JE; SANTOS AC; WILSON, ED. **Nutrição Básica**. São Paulo: Sarvier, 1982. p.80.

FRANCO, G.V.E. **Tabela de Composição de Alimentos**. 6. ed. São Paulo: Atheneu, 1992. p. 8-10.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE – INRA. **Alimentación de los Rumiantes**. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, 697 p. 1981.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Químicos e Físicos para Análises de Alimentos** 3. ed. São Paulo. 1985. 533 p.

MOTT, G.O.; MOORE, J.E. Forage evaluation techniques in perspective. **Nat. Conf. forage evaluation and utilization**. Proc. Lincoln, Nebraska. Paper 1. 1970.

NEHRING, K. Lehrbuch der tierernährung und futtermittelkunde. **Verlag. J.** Ed. Newmann Berlin, 1972

SCHIEMANN,R.; NEHRING, K.; HOFFMANN, L.; CHUDY, A. **Energetische futterbewertung und energienormen**. Veb. Deutsch. Landwirtsch. Verlag. Berlin. 344 p. 1971.

SETIAN, N.; COLLI, A. S.; MARCONDES, E. **Adolescência**. São Paulo: Sarvier, 1979. p. 21-65.

SPAIN, J. M.; SALINAS, J.G. **A Reciclagem de Nutrientes nas Pastagens Tropicais**. 1985. p. 259-299.

VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminant**. O & B Books, Inc., Corvallis, OR.

WEISS, W.P. Estimating the availability energy content of feeds for dairy cattle. Symposium: energy availability. **Journal Dairy Science**, v.81, p.830-839, 1998.

_____. Predicting energy values of feeds. In: Symposium: prevailing concepts in energy utilization by ruminants. **J. Dairy Sci.**, 76:1802-1811. 1993

_____; CONRAD, H.R.; PIERRE, N.R. St. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science Technology**, v.39, p.95-110, 1992.

_____. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: Cornell Nutrition Conference For Feed Manufacturers, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University. p.176-185. 1999.