

ANÁLISE DE AGRUPAMENTO NA CLASSIFICAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FARINHA DE MANDIOCA

Daniela Popim Miqueloni¹; Virgínia de Souza Álvares²; Silvana Fraga da Silva³; Francisco Álvaro Viana Felisberto⁴

¹Eng^a Florestal, bolsista DTI-3/CNPq, Embrapa Acre, Rodovia BR-364, km 14, Rio Branco, AC, danimique@yahoo.com.br; ² Eng^a Agrônoma, Embrapa Acre, virginia@cpafac.embrapa.br; ³Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Acre (UFAC), silvana.agronomiaac@gmail.com; ⁴Biólogo, Embrapa Acre, alvaro@cpafac.embrapa.br

Introdução

A mandioca é amplamente consumida no Brasil. No entanto, o alto teor de água nas raízes a torna um produto altamente perecível, tendo sua utilização por tempo prolongado por meio de produtos desidratados (FERREIRA NETO et al., 2003). A farinha constitui um destes produtos da mandioca com consumo amplamente difundido no país, principalmente nas regiões Norte e Nordeste (DIAS; LEONEL, 2006). Segundo Souza al. (2008), no Estado do Acre, a farinha de mandioca é processada de forma artesanal em casas de farinha, utilizando mão-de-obra e matéria-prima da agricultura familiar, onde cada produtor segue um processo próprio de fabricação. Assim a padronização do processo é dificultada e gera grande variabilidade no produto final, o que impede uma classificação rígida, segundo os critérios de qualidade.

Uma forma eficaz de analisar estes processos com resultados pouco homogêneos é o emprego de ferramentas de análise multivariadas, como a análise de agrupamento. Esta ferramenta tem o objetivo de encontrar padrões no conjunto de dados de forma a agrupá-los de acordo com as semelhanças entre amostras tal que exista o máximo de distinção entre os grupos, sendo usada para classificação e geração de padrões de reconhecimento (HAIR et al., 2005). Assim, o objetivo deste estudo foi analisar a qualidade da farinha de mandioca produzida no Território da Cidadania do Vale do Juruá, Acre e agrupar os municípios produtores de acordo com suas características físico-químicas.

Material e Métodos

Com a finalidade de determinar as características físico-químicas das farinhas de mandioca do Estado do Acre, foram coletadas 138 amostras nos municípios de Cruzeiro do Sul, Mâncio Lima, Rodrigues Alves, Porto Walter e Marechal Thaumaturgo, no período de Janeiro a Dezembro de 2009. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-AC), em Rio Branco, para análise. A caracterização físico-química compreendeu a obtenção do teor de umidade (U), cinzas (CZ), proteína total (P), extrato etéreo (EE), fibra total (F), carboidratos totais (C), valor energético (VE), acidez titulável, pH e atividade de água (Aw) (AOAC, 1995).

Os dados obtidos foram analisados inicialmente segundo procedimentos da estatística descritiva, referentes às medidas de tendência central e variabilidade pelo teste de normalidade de Kolmogov-Smirnov a 5%. Com o intuito de detectar uma possível estrutura de grupos quanto às suas características físico-químicas, os dados foram submetidos às análises de agrupamento por métodos hierárquicos e não hierárquicos. A análise por método hierárquico foi processada considerando a distância euclidiana simples e o método de Ward para avaliar a estrutura de grupos e adotar um número k de grupos para o processamento complementar da análise por método não hierárquico, utilizando o algoritmo k-means. Para as análises multivariadas, os dados foram padronizados, resultando em média nula e variância unitária (HAIR et al., 2005) e processados pelo programa Statistica 7.0. Estas técnicas multivariadas são consideradas de interdependência, onde as variáveis não são definidas como dependentes ou independentes e aplicadas na fase exploratória de dados.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 contém o resultado da estatística descritiva de todos os dados. Segundo a Legislação Brasileira para farinha de mandioca (BRASIL, 1995), os valores médios encontram-se de acordo com os padrões estabelecidos para umidade, cinzas e acidez, que são, no máximo, de: 10% de umidade para farinha “Bijusada” e 13% para farinha “Grossa” e “Média”, 1,5% para cinzas e 3% para acidez. As variáveis umidade, cinzas, proteína total e fibra bruta total apresentaram comportamento normal segundo teste de Kolmogov-Smirnov a 5%. A normalidade não é um requisito para as análises de agrupamento (HAIR et al., 2005).

TABELA 1. Estatística descritiva dos dados físico-químicos das amostras de farinha de mandioca

Variáveis	Média	Desvio padrão	Variância	Mínimo	Máximo	Assimetria	Curtose
U	9.96	1.28	1.63	6.68	12.74	-0.04	-0.74*
CZ	1.11	0.18	0.03	0.72	1.63	0.16	-0.16*
P	1.23	0.22	0.05	0.74	1.94	0.29	0.25*
EE	0.34	0.14	0.02	0.15	1.37	2.89	18.92
F	1.95	0.26	0.07	1.30	2.75	0.51	0.53*
C	93.41	1.16	1.36	90.36	96.14	0.45	-0.10
VE	374.25	5.16	26.60	358.32	388.36	0.23	0.32
Acidez	2.46	1.40	1.95	1.01	5.86	1.15	-0.03
pH	4.69	0.48	0.23	3.91	6.20	0.78	-0.07
Aw	0.43	0.14	0.02	0.15	0.65	-0.19	-1.34

Variáveis: U = Umidade %; CZ = Cinzas %; P = Proteína total %; EE = Extrato Etéreo %; F= Fibra bruta total %; C= Carboidratos totais %; VE = Valor Energetico (kcal.100g⁻¹ de matéria seca); Acidez = Acidez titulável %; pH = pH; Aw = Atividade de Água. * distribuição normal por Kolmogov-Smirnov a 5%.

A análise de agrupamento hierárquica sugeriu a formação de 4 grupos (FIGURA 1). Em complemento, a análise não hierárquica, k-means, foi conduzida com os 4 grupos, resultando no gráfico de perfil construído com os centróides, isto é, o perfil das médias ponderadas das variáveis, de acordo com cada grupo de farinha (FIGURA 2).

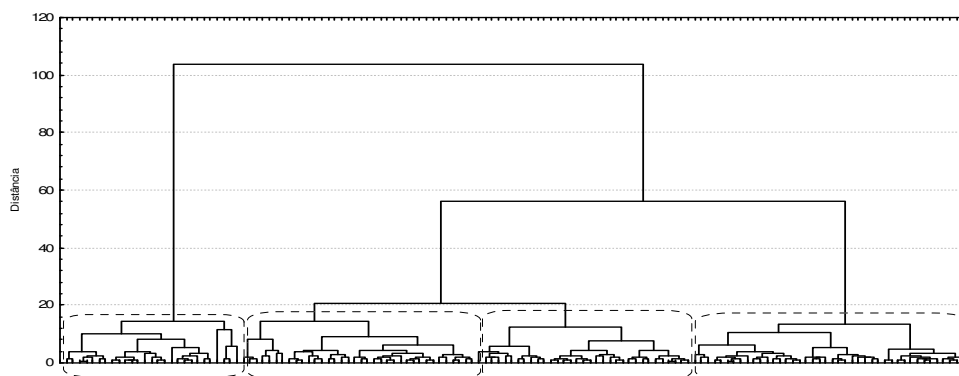


FIGURA 1. Dendrograma da distância euclidiana como medida de semelhança entre as amostras de farinha e o método de Ward na construção da hierarquia onde se sugere a formação de 4 grupos.

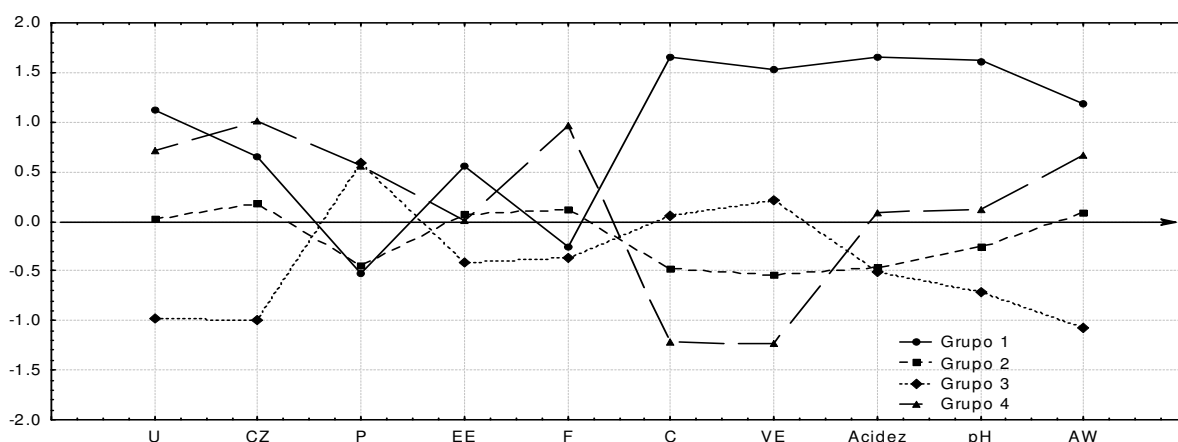


FIGURA 2. Perfil dos centróides de cada grupo pelo método k-means. U = Umidade %; CZ = Cinzas %; P = Proteína total %; EE = Extrato Etéreo %; F= Fibra bruta total %; C= Carboidratos totais %; VE = Valor Energético (kcal.100g⁻¹ de matéria seca); Acidez = Acidez titulável %; pH = pH; Aw = Atividade de Água.

Para o Grupo 1, os valores de umidade, carboidratos, valor energético, acidez, pH e atividade de água foram acentuadamente acima da média relativa dos dados (valor 0,0, FIGURA 2), o que o diferenciou dos demais. Para o grupo 4, os valores de cinzas e fibra total foram acima da média relativa, já carboidratos totais e valor energético ficaram muito abaixo da média relativa. Os grupos 2 e 3 mantiveram-se mais estáveis e com variações menos erráticas, com exceção do teor abaixo da média relativa de atividade de água para o Grupo 3, sendo esta uma característica benéfica para a farinha. Chisté et al. (2006) citam que em características como cinzas, proteína total e extrato etéreo pode haver variações entre as amostras de farinha devido às características intrínsecas das raízes da mandioca. Contudo, o teor de umidade, acidez e atividade de água, por exemplo, estão relacionados com o seu processo de fabricação.

Complementando estes resultados com a localização das coletas, observou-se ainda que as amostras de Marechal Thaumaturgo estão contidas exclusivamente no Grupo 1 (FIGURA 3) e, portanto, possuem características indesejáveis para a farinha, que são teores de umidade, acidez e atividade de água elevados. Os Grupos 2 e 3, que foram determinados como de valores com menores variações pelo método k-means, possuem a maioria das amostras de Mâncio Lima, Cruzeiro do Sul e Rodrigues Alves. Já o Grupos 4, que apresentou teor elevado de cinzas, é composto em sua maioria

por amostras de Porto Walter. Estes resultados concordam com Souza et al. (2008) para os grupos de 2 a 4, indicando que a variabilidade das farinhas não está representada pelo local de produção, uma vez que estes grupos são provenientes de quatro municípios vizinhos. No entanto, para o Grupo 1, vemos que o local é predominante. Isto porque o município de Marechal Thaumaturgo se encontra afastado geograficamente dos demais, onde possivelmente o processo de fabricação utilizado seja distinto, resultando em uma farinha com características diversas.

Os valores médios para cada grupo estão dentro dos padrões da legislação brasileira (BRASIL, 1995), com exceção da acidez para as farinhas do Grupo 1, de Marechal Thaumaturgo (TABELA 3). Quanto ao teor de umidade, os grupos 1, 2 e 4 podem estar acima dos valores recomendados, uma vez que este é de no máximo 10% para uma farinha “Bijusada”, sendo esta a classificação da maioria das farinhas da região. Teores elevados de umidade podem indicar falhas no processamento da farinha, caracterizado pelos processos artesanais (DIAS; LEONEL, 2006). Segundo classificação de SOARES et al. (1992), o Grupo 3 possui farinhas ácidas (pH entre 4,5 e 4) e o restante pouco ácidas (pH > 4,5).

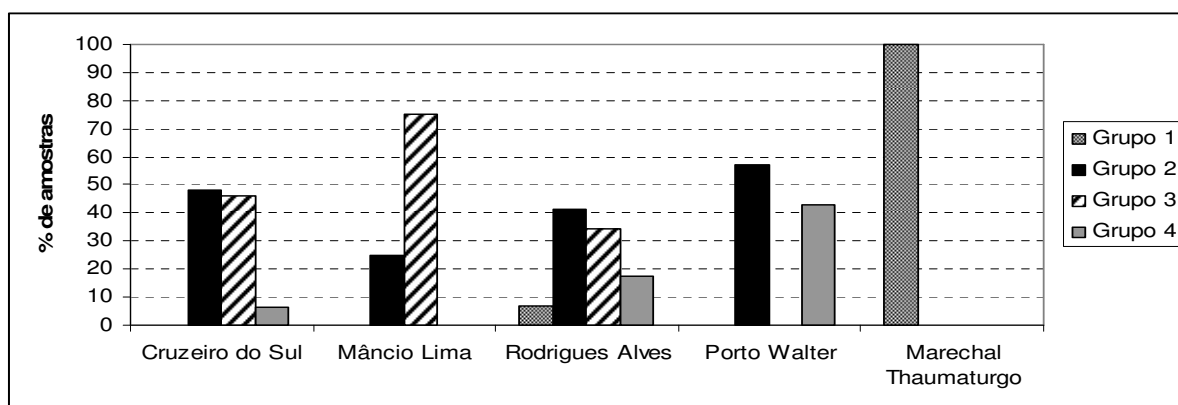


FIGURA 3. Porcentagem de amostras por município segundo os grupos de farinhas.

TABELA 3. Valores médios das características físico-químicas das amostras de farinha por grupos

Grupo	U	CZ	P	EE	F	C	VE	Acidez	pH	AW
1	11.40	1.23	1.12	0.42	1.88	95.34	382.12	4.78	5.48	0.60
2	10.01	1.15	1.14	0.35	1.99	92.85	371.40	1.86	4.58	0.44
3	8.71	0.93	1.37	0.28	1.85	93.49	375.35	1.76	4.35	0.27
4	10.85	1.31	1.37	0.35	2.19	91.97	367.89	2.54	4.75	0.52

U = Umidade %; CZ = Cinzas %; P = Proteína total %; EE = Extrato Etéreo %; F= Fibra total %; C= Carboidratos totais %; VE = Valor Energetico (kcal.100g⁻¹ de matéria seca); Acidez = Acidez titulável %; pH = pH; Aw = Atividade de Água.

O maior teor médio de cinzas é no Grupo 4, embora esteja de acordo com a legislação, pode indicar teores significativos de Ca, P, Fe e Mg, contudo, pode indicar também contaminação por material estranho devido a falhas em alguma etapa do processamento (PAIVA, 1991). Os maiores teores de proteínas estão nos grupos 3 e 4, sendo valores dependentes da variedade de mandioca utilizada no preparo (SOUZA et al. 2008). Quanto ao teor de fibras, todos os grupos apresentaram baixos valores, segundo Mattos e Martins (2000), com menos de 2,54%.

Conclusões

As variáveis umidade, cinzas, carboidratos totais, valor energético, acidez, pH e atividade de água mostraram-se importantes no estudo de variabilidade físico-química da farinha de mandioca

A análise de agrupamento foi eficaz na caracterização das amostras de acordo com suas características indicando que o município de Marechal Thaumaturgo produz farinhas distintas da região.

As farinhas produzidas no Território da Cidadania do Vale do Juruá, Acre, com exceção da produzida em Marechal Thaumaturgo, encontram-se de acordo com os padrões de qualidade previstos na legislação brasileira.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) pelo auxílio financeiro para o projeto e bolsas, ao FDCT / FUNTAC (Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico / Fundação de Tecnologia do Estado do Acre) pelo auxílio financeiro no projeto de pesquisa, aos técnicos da Secretaria de Extensão Agroflorestal e Produção Familiar (SEAPROF) e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) pelo apoio no georeferenciamento e aos produtores familiares do TCVJ pelo acolhimento dos técnicos em suas residências.

Referências

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the AOAC International. 16 ed. Arlington, 1995.
- BRASIL. Portaria n. 554, de 30 de agosto de 1995. Norma de identidade, qualidade, apresentação, embalagem, armazenamento e transporte da farinha de mandioca. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 01 set. 1995.
- CHISTÉ, R. C., COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOS JÚNIOR, A. G. A. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 26, n. 4, p. 861-864, 2006.
- DIAS, L. T; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. Ciência e Agrotecnologia, v. 30, n. 4, p. 692-700, 2006.
- FERREIRA NETO, C. J.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Avaliação físico-química de farinhas de mandioca durante o armazenamento. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v. 5, n. 1, p. 25-31, 2003.
- HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. Análise multivariada de dados. 5. ed. Porto Alegre: Bookman. 2005.
- MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. Revista de Saúde Pública, v. 34, p. 50-55, 2000.
- PAIVA, F. F. A. Controle de qualidade da farinha de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) produzida na região metropolitana de Fortaleza. Fortaleza, 1991. 216 p. Dissertação - (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará - UFC.
- SOARES, A. G. et al. Curso de higiene e sanificação na indústria de alimentos. Rio de Janeiro: Embrapa – CTAA, 97 p. 1992. (Apostila).
- SOUZA, J.M.L. de; NEGREIROS, J.R. da S.; ÁLVARES, V. de S.; LEITE, F.M.N.; SOUZA, M.L. de; REIS, F.S.; FELISBERTO, F.A.V. Variabilidade físico-química da farinha de mandioca. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, n. 28, v. 4, p. 907-912, 2008.