

ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO DA FARINHA DE MANDIOCA POR ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

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.agronomiac@gmail.com; ⁴Biólogo, Embrapa Acre, alvaro@cpafac.embrapa.br

Introdução

O Território da cidadania do Vale do Juruá (TCVJ), no Acre, composto por cinco municípios: Cruzeiro do Sul, Mâncio Lima, Marechal Thaumaturgo, Porto Walter e Rodrigues Alves (MDA, 2011), é extremamente conhecido no Estado por sua produção de farinha de mandioca. A farinha é um alimento de alto valor energético, rico em amido e fibras, além de minerais como potássio, cálcio, fósforo, sódio e ferro (DIAS; LEONEL, 2006), baixo teor de proteína e elevado teor de carboidratos (FERREIRA NETO et al., 2003). Dessa forma, a determinação da qualidade físico-química da farinha do estado é indispensável, principalmente devido ao seu amplo consumo e processamento tipicamente artesanal. A análise de componentes principais se mostra como uma boa ferramenta para tal, reduzindo as dimensões dos conjuntos de dados e mantendo a maior variação original possível das variáveis (HAIR, et al. 2005), oferecendo uma análise otimizada e eficiente.

Assim, o objetivo deste estudo foi identificar quais características físico-químicas que mais influenciam na qualidade da farinha de mandioca produzida no Território da Cidadania do Vale do Juruá, Acre, por meio da análise de componentes principais.

Material e Métodos

Amostras de farinha de mandioca foram coletadas no período de Janeiro a Dezembro de 2009 em casas de farinha nos municípios de Cruzeiro do Sul, Mâncio Lima, Rodrigues Alves, Porto Walter e Marechal Thaumaturgo, Acre, totalizando 138 amostras. 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. Para a caracterização físico-química, as variáveis umidade (U), cinzas (CZ), proteína total (P), extrato etéreo (EE), fibra bruta total (F), carboidratos totais (C), valor energético (VE), acidez titulável, pH e atividade de água (Aw) foram determinadas de acordo com AOAC (1995).

Em seguida, os dados obtidos foram analisados segundo procedimentos da estatística descritiva, referentes às medidas de tendência central e variabilidade pelo teste de normalidade de Kolmogov-Smirnov a 5%. Posteriormente, a análise de componentes principais (ACP) foi processada com o objetivo de discriminar, em poucas dimensões, as farinhas segundo as propriedades físico-químicas. Utilizando os autovalores acima de um, conforme critério de Kaiser (HAIR et al., 2005), obtidos da matriz de covariância dos dados originais, foram construídas novas variáveis latentes (autovetores) denominados de componentes principais que são combinações lineares das variáveis originais medidas. A ACP foi processada pelo software Statistica 9.0 após a padronização das variáveis (média nula e variância unitária). Esta técnica é considerada 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 dos dados. De acordo com a Portaria nº 554 de 30.08.1995 da Secretaria da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária (BRASIL, 1995), os valores médios de todas as amostras encontram-se de acordo com os padrões estabelecidos para umidade, cinzas e acidez, com valores máximos de umidade de 10% para farinha “Bijusada” e 13% para farinha “Grossa” e “Média”, 1,5% para cinzas e 3% para acidez.

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

Variáveis	Média	Desvio	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 Energético (kcal.100g⁻¹ de matéria seca); Acidez = Acidez titulável %; pH = pH; Aw = Atividade de Água. * distribuição normal por Kolmogov-Smirnov a 5%.

No entanto, os valores máximos de acidez e cinzas ultrapassaram os limites estabelecidos, podendo estes indicar processamento inadequado (DIAS; LEONEL, 2006) e/ou presença de material estranho em alguma etapa do processamento (PAIVA, 1991), respectivamente. No caso do teor de umidade, o valor médio de 12,74% pode ter ultrapassado o limite da legislação em algumas amostras, já que a grande maioria das farinhas produzidas no estado é do Subgrupo Bijusada (máximo permitido de 10% de umidade). 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 componentes principais (HAIR et al., 2005).

A Tabela 2 apresenta os valores individuais e acumulados dos autovalores obtidos na análise de componentes principais (ACP).

TABELA 2. Autovalores, variância dos dados originais e correlações entre as variáveis e cada componente principal

	CP1	CP2	CP3
Autovalores	3.987	2.225	1.125
Variância total (%)	39.875	22.254	11.253
Autovalores acumulados	3.987	6.213	7.338
Variância acumulada (%)	39.875	62.128	73.381

Variáveis	Correlações		
U	-0.706105	0.481395	-0.370503
CZ	-0.581610	0.552063	0.211694
P	0.384407	-0.084667	-0.729656
EE	-0.466711	-0.011799	0.188625
F	0.067887	0.641843	0.431189
C	-0.647160	-0.663994	0.227466
VE	-0.598323	-0.785430	0.026675
Acidez	-0.845470	-0.141289	-0.200645
pH	-0.837719	0.049188	0.048803
AW	-0.766163	0.435197	-0.306941

CP = componente principal; Variáveis: 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. Valores em negrito: maiores correlações.

Os autovalores representam o comprimento dos eixos das componentes principais das variáveis com unidade de variância. Para cada autovalor existe um vetor de módulo unitário chamado autovetor, que representa a direção dos eixos das componentes principais. São fatores de ponderação que definem a contribuição de cada variável original para uma componente principal, numa combinação aditiva e linear (HAIR et al., 2005), constituindo modelos matemáticos que podem ser empregados como índices para classificar amostras de farinha da área em um intervalo de valores determinados pelos componentes principais. Os autovetores para os três primeiros componentes principais fornecem os seguintes modelos:

$$CP1 = - 0.353608 (\text{Umidade}) - 0.291262 (\text{Cinzas}) + 0.192506 (\text{Proteínas}) - 0.233722 (\text{Extrato Etéreo}) + 0.033997 (\text{Fibras}) - 0.324088 (\text{Carboidratos}) - 0.299632 (\text{Valor Energético}) - 0.423399 (\text{Acidez}) - 0.419518 (\text{pH}) - 0.383684 (\text{Atividade de água})$$

$$CP2 = 0.322703 (\text{Umidade}) + 0.370074 (\text{Cinzas}) - 0.056756 (\text{Proteínas}) - 0.007909 (\text{Extrato Etéreo}) + 0.430259 (\text{Fibras}) - 0.445107 (\text{Carboidratos}) - 0.526512 (\text{Valor Energético}) - 0.094713 (\text{Acidez}) + 0.032973 (\text{pH}) + 0.291734 (\text{Atividade de água})$$

$$CP3 = - 0.349268 (\text{Umidade}) + 0.199561 (\text{Cinzas}) - 0.687837 (\text{Proteínas}) + 0.177814 (\text{Extrato Etéreo}) + 0.406476 (\text{Fibras}) + 0.214429 (\text{Carboidratos}) + 0.025146 (\text{Valor Energético}) - 0.189145 (\text{Acidez}) + 0.046006 (\text{pH}) - 0.289349 (\text{Atividade de água})$$

A Tabela 2 fornece ainda a porcentagem da variância original dos dados retida em cada componente, sendo que os três primeiros retêm 73,4% da informação inicial. A correlação de cada componente com as variáveis permite avaliar seu poder discriminatório. No CP1, as variáveis que mais influenciaram na discriminação das farinhas foram acidez e pH, seguidas pela atividade de água e umidade. Todas estas variáveis são influenciadas pelo modo de processamento, indicando que a padronização no processo de produção da farinha de mandioca artesanal é muito importante para a qualidade final do produto. Para CP2, as variáveis que mais influenciaram foram valor energético e carboidratos totais em contraste com o teor de fibra bruta total e para CP3, o teor de proteína total. Já para Souza et al. (2008), as variáveis mais importantes foram carboidratos totais e umidade retendo mais de 78% da variância dos dados.

A projeção das variáveis (FIGURA 1) no gráfico bidimensional formado pelos autovetores CP1 e CP2, bem como CP1 e CP3 mostra a importância da acidez, pH, atividade de água e umidade, valor energético, carboidratos totais e fibra bruta total e do teor de proteína na discriminação das amostras.

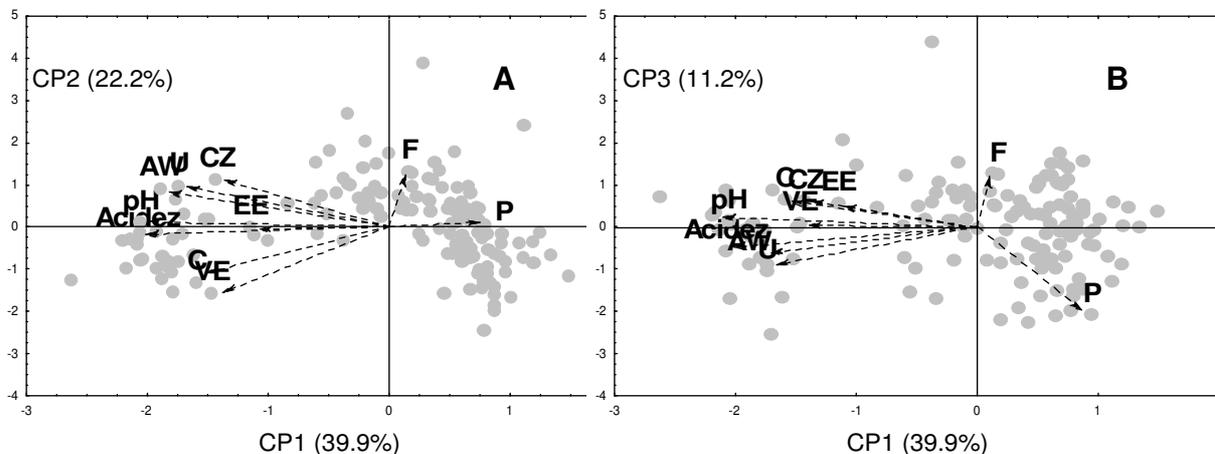


FIGURA 1. Projeção das variáveis no plano: A. componente principal 1 (CP1) e componente principal 2 (CP2) (variância acumulada de 61,1%); B. CP1 e CP3 (51.1%).

A projeção dos componentes no plano mostra a distribuição das amostras em relação à influência das variáveis. As amostras estão bem divididas principalmente pela influência da acidez, pH, atividade de água e umidade, isto é, amostras mais ácidas são também as mais úmidas e são opostas às menos ácidas e mais secas distribuídas em lados contrários do gráfico. Isso ocorre devido à influência da umidade no processo de fermentação da massa, aumentando a acidez da farinha. E a atuação do valor energético e carboidratos em contraste com o teor de proteínas, revelando seu comportamento inverso distribuído na parte superior e inferior do gráfico, respectivamente.

Conclusões

As variáveis físico-químicas determinadas são eficientes na análise da qualidade da farinha de mandioca produzida no Território da Cidadania do Vale do Juruá, Acre.

Os teores médios das variáveis físico-químicas estão de acordo com o padrão de qualidade exigido pela legislação brasileira.

As variáveis de maior influência na análise da farinha de mandioca são acidez, pH, atividade de água e umidade, indicando que o processamento tem maior influência na qualidade da farinha que a variedade da mandioca utilizada.

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 Agroflorestral 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.
- 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.
- MDA. Ministério do Desenvolvimento Agrário. 2011. Sistema de informações territoriais. Disponível em: <http://www.territoriosdacidadania.gov.br/dotlrn/clubs/territoriosrurais/valedojuruaac/one-community?page_num=0>. Acesso em: 10.08.2011.
- 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.
- 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.