

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA PUBA

Marina Duarte Rodrigues, Evelyn Landim Teixeira Uba, Viviane Soccio Monteiro Henrique.

Universidade do Vale do Paraíba/Faculdade de Ciências da Saúde (FCS), Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, madrodrigues@gmail.com, evelymlandimmk@gmail.com, vivismhenrique@gmail.com

Resumo

A mandioca, rica em nutrientes e vital na cultura alimentar brasileira, por meio da fragmentação mecânica das raízes, produz a puba, cujo acondicionamento é feito dentro de recipientes tampados por período determinado. Seu processo é artesanal e sua composição nutricional pouco estudada. O objetivo deste estudo foi analisar a composição físico-química da mandioca matéria-prima e das pubas obtidas em temperatura ambiente média de 27°C, e controlada a 33°C. As amostras foram analisadas quanto ao teor de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos, pH e acidez. O estudo evidenciou que a composição química da matéria-prima manifestou características intrínsecas à mandioca, exceto o conteúdo lipídico, cuja divergência pode ser imputada a fatores genéticos, solo, clima e período da colheita. No que tange aos produtos examinados neste estudo (P01 e P02), constatou-se a viabilidade da produção de puba sob ambas as condições temporais e térmicas testadas. Em relação ao acompanhamento cinético da fermentação da mandioca, observou-se aumento da acidez e diminuição do pH, comportamento característico da produção da puba.

Palavras-chave: Mandioca. Fermentação. Puba.

Área do Conhecimento: Nutrição.

Introdução

A *Manihot esculenta* Crantz é conhecida por diferentes nomes dentro do território brasileiro, os mais populares são mandioca, macaxeira e aipim. Consiste em uma planta tuberosa da família das *Euphorbiaceae*, sendo uma das culturas mais importantes no mundo (GOMES, 2010). Ela está presente tanto nos pratos cotidianos simples quanto nos mais elaborados, ocupando lugar de destaque no sistema culinário nacional com peculiaridades regionais, do norte ao sul do país, possuindo relevante papel na construção de identidades culturais. Os diferentes aspectos que envolvem seu cultivo, transformação em múltiplos derivados e versatilidade em receitas conferem-lhe considerável importância histórica, econômica e social (EMBRAPA, 2003). A industrialização da mandioca permite obter diversos produtos e subprodutos de largo emprego na indústria e principalmente na alimentação humana e animal (NETO et al., 2005).

Puba é uma palavra tupi que se refere à massa extraída da mandioca fermentada, também conhecida como carimã. Essa massa é obtida por meio do processo conhecido como "pubagem", no qual as raízes da mandioca são fermentadas naturalmente por microrganismos autóctones, que contribuem para seu amolecimento. Os métodos de produção da puba baseiam-se no antigo conhecimento empírico de diversas tribos indígenas brasileiras, que foram sendo aprimorados ao longo do tempo. O processo pode variar de acordo com as regiões onde a puba é produzida (MARTIN; LINDNER, 2022).

Segundo estudo de Di-tanno (2001), os diversos métodos de fermentação praticados nos diferentes países e a multiplicidade dos produtos elaborados tornam difícil generalizar as mudanças bioquímicas que acompanham a fermentação da mandioca. Apesar do conhecimento sobre as alterações físico-químicas e funcionais que ocorrem durante a fermentação da mandioca, poucos estudos foram feitos para consolidar e analisar criticamente as informações disponíveis na literatura. Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar a composição físico-química da mandioca matéria-prima e das pubas obtidas em temperatura ambiente média de 27°C, e controlada a 33°C.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

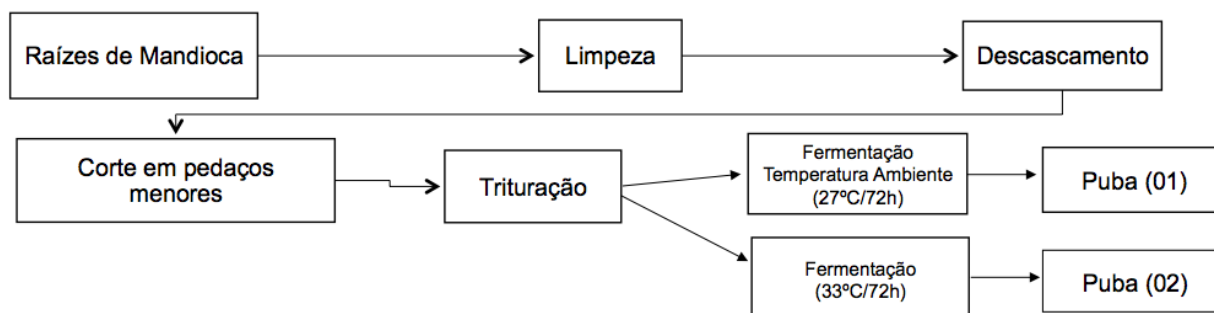
Metodologia

Este estudo refere-se a uma pesquisa experimental conduzida no laboratório de processos químicos da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade do Vale do Paraíba (FEAU), localizada em São José dos Campos, SP. As análises foram realizadas entre fevereiro e abril de 2023.

As mandiocas utilizadas neste estudo foram da variedade mandioca-mansa (que contém baixo índice de composto cianogênico), caracterizada por sua polpa amarelada. Essas raízes foram obtidas de forma orgânica, provenientes do sítio Guapuruvu do senhor Adagilson, produtor agrícola localizado na zona norte rural da cidade de São José dos Campos.

O processo de produção das pubas foi adaptado da metodologia da nutricionista, pesquisadora e consultora gastronômica Neide Rigo (2007) e da pesquisadora e culinária Evelyn Landim Teixeira Uba (2019) conforme descrito no fluxograma abaixo (figura 1).

Figura 1- Fluxograma de obtenção de puba.



Fonte: Autora (2023).

Após recebimento da matéria-prima, as raízes de mandioca foram submetidas a um processo de limpeza e descascamento, removendo-se apenas as cascas e preservando-se as entrecasas. As raízes descascadas foram então cortadas em pedaços menores e trituradas em processador caseiro modelo *Oster Delight*. Em seguida, a massa resultante foi prensada em potes de vidro previamente esterilizados, garantindo a ausência de bolhas de ar na massa ou dentro dos potes. A massa foi dividida em dois potes e prensada até preencher completamente cada um deles. Os potes foram tampados, permitindo a liberação dos gases gerados durante a fermentação e a saída do excesso de líquido. Em seguida a massa foi submetida a um processo de fermentação por um período de 3 dias (72h) a temperatura ambiente média de 27°C (P01) e temperatura controlada de 33°C (P02) (tabela 1) em estufa *Quimis* microprocessada com circulação forçada de ar, modelo Q31411242 - 1760 W, resultando em duas amostras de puba (tabela 1).

A determinação dos constituintes físico-químicos foi conduzida na matéria-prima (MP - mandioca descascada não fermentada), pubas (P01 e P02 - mandioca fermentada) em diferentes períodos (0, 24, 28 e 72 horas). Os parâmetros analisados seguiram os protocolos estabelecidos pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL). Foram realizadas análises de umidade por secagem em estufa (%), cinzas por incineração em Mufla (%), teor proteico pelo método de Kjeldahl (%), utilizando 6,25 como fator de conversão do nitrogênio total), teor lipídico pelo método de Soxhlet (%), carboidratos por diferença (%) e também foram medidos o pH e a acidez total titulável (%). Todas as análises foram realizadas em triplicata para garantir a confiabilidade dos resultados. Os resultados obtidos durante o estudo no que se refere às determinações físico-químicas (média $\pm$ desvio padrão) foram computados e tabulados com uso do software *Microsoft Excel for Mac* versão 2011 e posteriormente analisados.

Resultados

Na etapa de análise físico-química todas as amostras foram coletadas em triplicata, sendo: MP, P01 e P02. Os resultados referentes à determinação de umidade, cinzas, proteína e lipídios foram calculados e são apresentados na Tabela 1.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Tabela 1- Características físico-químicas da matéria-prima e das pubas.

Mandioca/ Pubas	U (%)	Cz (%)		P (%)		L (%)		C (%)	
		(b.u.)	(b.s.)	(b.u.)	(b.s.)	(b.u.)	(b.s.)	(b.u.)	(b.s.)
MP	64,1±0,12	0,64±0,04	1,92±0,09	0,82±0,07	2,25±0,17	2,72±0,12	7,6±0,34	31,72	88,35
P01	62,55±0,12	0,53±0,02	1,48±0,03	0,67±0,03	1,81±0,1	2,77±0,04	7,42±0,12	28,83	76,98
P02	63,68±0,04	0,64±0,02	1,77±0,07	0,70±0,01	2,01±0,17	2,94±0,13	8,11±0,04	26,87	73,98

Média de três medições ± desvio padrão. Umidade=U%; Cinzas=Cz%; Proteína=P%; Lipídio=L%; Carboidrato por diferença=C%; Base úmida=b.u.; Base seca=b.s.

Fonte: Autora (2023).

Os resultados referentes à determinação de pH e acidez titulável foram calculados e são apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2- Valores médios de pH aferidos durante a fermentação da mandioca para obtenção das pubas.

Tempo de fermentação (h)	P01	P02
0	7,65±0,02	7,15±0,01
24	3,86±0,03	3,98±0,04
48	4,13±0,02	4,20±0,03
72	4,19±0,02	4,13±0

Fonte: Autora (2023).

Tabela 3- Valores médios de acidez titulável durante a fermentação da mandioca para obtenção das pubas.

Tempo de fermentação (h)	P01	P02
0	0,82±0,05	1,12±0,06
24	8,04±0,08	6,96±0,02
48	8,3±0,18	7,49±0,05
72	8,26±0,03	7,68±0,11

Análise de acidez titulável em %.

Fonte: Autora (2023).

Discussão

No presente estudo a matéria-prima apresentou a seguinte composição centesimal média: 64,1% de umidade, 0,64% de cinzas, 0,82% de proteínas, 2,72% de lipídios e 31,72% de carboidratos totais

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

(açúcares redutores, amido e fibra alimentar). A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos TACO (2011) apresenta os seguintes valores de composição média da mandioca: 61,8% de umidade, 0,6% de cinzas, 1,1% de proteínas, 0,3% de lipídios, 36,2% de carboidratos, 1,9% de fibras. De acordo com estudo de Albuquerque et al. (1993), as raízes de mandioca apresentam uma composição média de 68,2% de umidade, 30% de amido, 2% de cinzas, 1,3% de proteínas, 0,2% de lipídios e 0,3% de fibras. Isso pode ser explicado devido à natureza orgânica da mandioca, que apresenta variações intrínsecas, tornando-a uma matéria-prima desafiadora para experimentos em laboratório devido à heterogeneidade em suas características morfológicas e composicionais. A composição química do tubérculo da mandioca varia com o período de colheita, como também depende do ambiente e principalmente de fatores genéticos associados. As condições climáticas durante o desenvolvimento da cultura e no período da colheita podem afetar a qualidade das raízes. A influência desses fatores decorre dos processos fisiológicos de crescimento, acúmulo e mobilização de substâncias nas raízes tuberosas dessa planta, que interferem na composição e qualidade do produto (FENIMAN, 2004).

Segundo Oyewole (1995) a fermentação da mandioca pode ser categorizada em dois tipos: fermentação da raiz no estado sólido submersa em água, ou não submersa em água. O período de fermentação é influenciado por fatores como condições ambientais, variedade do cultivo, idade das raízes, temperatura e pH da água (DI-TANNO, 2001). A fermentação da mandioca objetiva conferir novas características tecnológicas e sensoriais ao produto, além de reduzir sua toxicidade, eliminando parcialmente o ácido cianídrico presente em elevado teor em algumas variedades utilizadas para fins comerciais (CEREDA, 1973). Apesar de os produtos fermentados da mandioca serem amplamente utilizados na cultura alimentar e de subsistência das regiões Norte e Nordeste do Brasil, para confecção de biscoitos, bolos, cuscuz, mingaus, entre outros, pouco se conhece sobre a qualidade da puba produzida majoritariamente de forma artesanal e comercializada dentro do território brasileiro (ALMEIDA, 1992).

O presente estudo fundamentou-se nas teses de Almeida (1992) e Di-tanno (2001), as quais constituem as principais fontes de referência sobre o tema abordado. As pubas P01 e P02 foram processadas de acordo com o fluxograma (figura 1) em que as raízes de mandioca, em estado sólido, não foram submersas em água (por 72h), sendo posteriormente analisadas. Conforme os resultados apresentados na Tabela 1, não foram observadas grandes variações nos valores obtidos entre as amostras analisadas. Essa estabilidade nos resultados pode ser atribuída à adaptação da metodologia de produção, realizada diferentemente dos estudos de Almeida e Di-tanno, em que as raízes em estado sólido foram imersas em água durante período de 72h a 96h, resultando em variações quanto aos teores de umidade (43,5% a 60,9%), cinzas (0,07% a 0,8% b.s.), lipídios (0,13% a 1,88% b.s.) e proteínas (0,16% a 1,2% b.s.), por exemplo.

O comportamento dos parâmetros no acompanhamento cinético da fermentação da mandioca coincidiu com outros estudos, em que durante as 72 horas de fermentação houve o aumento da acidez e, portanto, a diminuição do pH. Após as primeiras 24 horas de fermentação, observou-se uma queda no pH das pubas P01 e P02 (tabela 2), com valores variando de 3,86 a 3,98. Ao final das 72 horas, os valores de pH se mantiveram em torno de 4,13 a 4,19. Concomitantemente à diminuição do pH, houve aumento dos resultados de acidez titulável (tabela 3), com valores variando de 6,96% a 8,3%. O estudo de Almeida (1992) aponta que a fermentação da mandioca leva à produção de ácidos orgânicos por microrganismos, como bactérias e leveduras, resultando em diminuição do pH e aumento da acidez titulável ao longo das 72 horas do processo. Esse padrão de comportamento é consistentemente encontrado na fermentação da mandioca para a produção de puba, como destacado por Olivieri et al. (1999). A determinação precisa do pH e da acidez titulável é de suma importância para a análise das características sensoriais e de conservação da puba, o que reforça a relevância desses parâmetros na avaliação da qualidade do produto final. Poucos são os dados disponíveis sobre a bioquímica envolvida na fermentação da puba, cujo processo não é controlado. De modo geral, a acidez titulável cresceu, reduzindo o pH a valores abaixo de 5,0. A composição química centesimal das amostras de pubas apresentou-se bem uniforme, contrastando com estudo de Almeida (1992) que diz ter-se apresentado bastante variada.

As amostras P01 e P02 foram fermentadas a 27°C e 33°C, que, de acordo com estudo de Almeida (1992) são as temperaturas adequadas para fermentação da mandioca. O autor relatou que a maioria das raízes de mandioca incubadas a 35°C, fermentou em 48 horas, mas a puba apresentou características organolépticas inferiores àquelas incubadas a 28-32°C, o que, segundo o autor, parece ser a temperatura mais adequada para produzir uma puba de qualidade, apesar de o período

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

de fermentação ter se prolongado por 60 a 72 horas. Nesse mesmo estudo foram conduzidos experimentos em temperaturas de 34°C a 38°C, observando-se que a 38°C houve formação de gases na superfície ao final da fermentação, com odor pútrido e raízes com coloração amarelada, enquanto a 34°C o cheiro era pútrido e azedo e as raízes flutuaram. Já em experimentos conduzidos a temperaturas superiores a 40°C, tanto a maceração como a fermentação típicas não ocorreram mesmo após o período de 96 horas. Em experimentos conduzidos em temperaturas de 24°C a 26°C, a fermentação e maceração ocorreram normalmente após 144 horas de incubação.

A pubagem da mandioca, devido ao método artesanal empregado, demonstra variação e falta de uniformidade nos resultados e produto final. Ademais, o final do processo fermentativo da puba é reconhecido pelas suas características morfológicas e organolépticas, de tal forma que o reconhecimento tardio ou antecipado dessas características pode resultar em menores rendimentos ou características indesejáveis que comprometem a qualidade do produto final (DI-TANNO, 2001).

Conclusão

O estudo evidenciou que a composição centesimal da matéria-prima manifestou características intrínsecas à mandioca, com a exceção notável do conteúdo lipídico, cuja divergência pode ser imputada à interação de fatores genéticos, de solo, clima e período da colheita. No que tange aos produtos derivados examinados neste estudo, denominados P01 e P02, constatou-se a viabilidade da produção de puba sob ambas as condições temporais e térmicas testadas. Isso se deu devido à manifestação de atributos visuais e olfativos típicos e à composição centesimal dos produtos finais. Além disso, a análise da composição química dos dois produtos revelou similaridade substancial. No decorrer do processo fermentativo, observou-se uma diminuição do pH e um aumento da acidez, fenômenos intrinsecamente associados à fermentação da mandioca e previamente documentados por outros autores que dedicaram seus estudos a esse processo. O resgate da cultura alimentar por meio da mandioca é crucial, já que esse alimento ancestral não apenas reflete tradições, mas também oferece rica importância nutricional. Diante do exposto, sugere-se a condução de estudos adicionais para exploração de outros parâmetros sobre a mandioca e a puba.

Referências

ALBUQUERQUE, T.T.O.; MIRANDA, L.C.G.; SALIM, J.; TELES, F.F.F.; QUIRINO, J.G. **Composição centesimal da raiz de 10 variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivadas em Minas Gerais**. Revista Brasileira da Mandioca, v.12, n.1, p.7-12, jan. 1993.

ALMEIDA, P. F. **Processamento e caracterização da puba**. 1992. 137 f. Tese (Tecnologia de Alimento) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 1992.

CEREDA, M. P. **Alguns aspectos sobre a fermentação da fécula de mandioca**. Botucatu. 1973. 89p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

DI-TANNO, M. F. P. **Influência da temperatura, tempo e concentração de pectinase na textura, rendimento e características físico-químicas da mandioca (*Manihot esculenta* C.) durante fermentação**. 2001. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultura da mandioca - sistemas de produção**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2003. Disponível em: <https://www.bibliotecaagp.tea.org.br/agricultura/culturas_anuais/livros/A%20CULTURA%20DA%20MANDIOCA%20SISTEMAS%20DE%20PRODUCAO%20EMBRAPA.pdf>. Acesso em: 05 out 2022.

FENIMAN, C. M. **Caracterização de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) da cultivar IAC 576 - 70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) –

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 83f, 2004.

GOMES, P. T. C. **Avaliação de características nutricionais da mandioca e de seus híbridos interespecíficos**. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008.

LINHARES, A. L. F. A. et al. **Determinação quantitativa do ácido cianídrico em mandioca**. e-Scientia., v. 11, n. 2, p. 1-7, 2018.

MARTIN, J. G. P.; LINDNER, J. de D. **Microbiologia de alimentos fermentados**. 1.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2022. 756 p.

NETO, C. J. F.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. **Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 29, n. 4, p. 795-802, jul./ago., 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000400011>>. Acesso em: 14 out 2022.

OLIVIERI, D. A.; SARMENTO, S. B. S.; MENEZES, T. J. B. **Transformação na textura durante a fermentação de mandioca para a produção de puba**. IN: SIMPÓSIO INTERNATIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP/ESALQ, 7., Piracicaba, 1999. Resumos. Piracicaba: ESALQ, 1999.

OYEWOLE, O. B. **Application of Biotechnology to cassava processing in Africa**. Department of Food Science and Technology Univemi of Agriculture, Abeokuta Ogun State (Nigeria), 1995. Disponível em: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/colloques1/43526.pdf. Acesso em: 15 jul 2023.

RIGO, N. **Come-se: Da mandioca à tapioca e ao polvilho**. 04 dez. 2007. Disponível em: <<https://come-se.blogspot.com/2007/12/da-mandioca-tapioca-e-ao-polvilho.html>>. Acesso em: 12 abril 2023.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) Versão 4. Campinas: NEPA – UNICAMP, 2011.

UBA. E. L. T. **Oficina de fermentação da mandioca**. 1 ed., 2019, Lorena, SP.