



AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO -QUÍMICAS DO LODO DE GOMA COMO POTENCIAL MATÉRIA-PRIMA PARA DIFERENTES PRODUTOS

AGNALDO ALMEIDA SÁ; KARINE MARIA ALVES DE O LIVEIRA; LUANA RODRIGUES PEREIRA; LUCIANA RODRIGUES MENDES; ROBERTA MAGALHÃES DIAS CARDOZO

RESUMO

A mandioca é uma raiz tuberosa de significativa importância cultural, destacando-se tanto no cenário econômico quanto no nutricional. Utilizada de diversas formas na indústria alimentícia, dois de seus produtos notáveis são a farinha e a fécula. Contudo, o processo de produção gera diversos resíduos que muitas vezes não são aproveitados ou descartados de maneira adequada. Um desses resíduos é o lodo da goma, um substrato pouco explorado que apresenta considerável potencial para utilização devido a sua semelhança com a fécula. Este estudo teve como objetivo caracterizar esse resíduo por meio de parâmetros físico-químicos, buscando compreender sua composição e viabilizar sua utilização como matéria-prima, evitando assim o descarte inadequado no meio ambiente. Foram realizadas análises de pH, acidez, umidade, lipídios, fibras, proteínas e amido. Os valores obtidos de pH, acidez, umidade, lipídios, fibras e proteínas assemelham-se aos encontrados em diversos estudos sobre féculas de mandioca. Além disso, os níveis de acidez e cinzas estão em conformidade com a legislação vigente que regulamenta a identidade e qualidade de produtos amiláceos derivados da raiz de mandioca. Os valores de umidade e teor de amido encontrados no resíduo não estão de acordo com a legislação, sendo o primeiro justificado principalmente pelo método de secagem e o segundo por ser um subproduto da fécula já era esperado que tivesse menor quantidade de amido. No entanto, os resultados revelam que, mesmo sendo um subproduto do processamento da fécula de mandioca, o lodo da goma ainda apresenta quantidade significativa de amido e que os demais componentes atendem aos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente, tornando-o apto a ser utilizado como matéria-prima.

Palavras-chave: Mandioca, fécula, resíduo, subproduto, meio ambiente

1 INTRODUÇÃO

A mandioca é uma planta tuberosa de porte arbustivo, perene, nativa da América do Sul, com características bastantes variáveis, sendo cultivada em mais de 100 países tropicais e subtropicais. No Brasil a espécie é cultivada em todas as regiões, principalmente em propriedades de base familiar, onde é empregada para a obtenção de uma grande variedade de produtos e subprodutos. No entanto, estima-se que aproximadamente 83% das raízes são destinadas à produção de farinha de mandioca e de fécula (Mendes *et al.* 2020).

A fécula, também conhecida em algumas regiões brasileiras como polvilho doce ou goma, destaca-se entre os produtos da mandioca como o mais versátil e valorizado. Sua versatilidade é evidenciada pela ampla gama de aplicações industriais. Ela atua como matéria-prima na indústria alimentícia, desempenhando um papel crucial na panificação, confeitaria e na produção de *snacks*. Na indústria de bebidas, a fécula é utilizada como espessante, enquanto na indústria farmacêutica ela é empregada na fabricação de medicamentos. Além disso, a fécula encontra aplicação em setores como têxtil, papel e celulose, cosméticos, entre outros. O

processo de obtenção da fécula envolve a lavagem das raízes de mandioca após uma rápida moagem, seguida pela decantação da água resultante dessas lavagens. Esse processo separa a fécula das fibras, impurezas e materiais proteicos. Posteriormente, a fécula é submetida ao processo de secagem (Almeida, 2017).

No decorrer do processo, além dos produtos destinados diretamente ao consumo humano e animal, são gerados resíduos que podem acarretar problemas ambientais quando descartados de maneira inadequada. Existindo ainda uma escassez de informações sobre os níveis de contaminação, nutrientes e outros dados essenciais para garantir a utilização adequada desses resíduos, prevenindo assim a contaminação ambiental (Silva e Alcantara, 2020).

Diante disso, o presente estudo teve como finalidade analisar as propriedades físico-químicas do lodo da mandioca, obtido durante o processamento da goma, a fim de caracterizar esse resíduo, para que possa ser utilizado como matéria-prima na fabricação de coprodutos. Como exemplos de possíveis aplicações inclui o emprego do lodo na produção de *cookies* e na formulação de biofilmes destinados ao revestimento de frutas. Essa abordagem visa proporcionar uma alternativa sustentável para o destino do resíduo, contribuindo para evitar seu descarte inadequado no meio ambiente.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras do lodo foram obtidas de produtores de goma de mandioca nos municípios de Rio Pardo de Minas/MG e de Cachoeira de Pajeú/MG. Algumas amostras foram obtidas secas e outras úmidas. As úmidas passaram pelo processo de secagem em estufa de ventilação forçada na temperatura de 50 °C, por cerca de 12 horas. As análises de umidade, lipídios, fibras, proteínas, cinzas, acidez e pH seguiram as metodologias propostas pelo Instituto Adolfo Lutz, por meio dos métodos 012/IV, 032/IV, 045/IV, 037/IV, 018/IV, 016/IV, 017/IV, respectivamente. A análise de amido foi conduzida utilizando o método Lany-Eynon. Todas as análises foram realizadas em triplicata nos Laboratórios de Análises de Alimentos e Análises Físico-químicas do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - *Campus* Salinas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da caracterização físico-química do lodo de goma estão dispostos na tabela 01.

Os valores do potencial hidrogeniônico (pH) variaram de 3,70 (amostra A10) a 4,80 (amostra A09), conforme indicado, observa-se que as amostras A03, A11, A02 e A10 apresentaram os menores valores de pH. Um fator significativo para essa variação é o método de secagem utilizado, uma vez que as amostras mencionadas foram secas em estufas, enquanto as demais foram expostas à secagem ao sol, um processo mais lento e natural. Este fenômeno é corroborado por Oliveira (2016), que encontrou resultados similares ao estudar o polvilho seco ao sol, o qual apresentou um pH mais elevado em comparação com os polvilhos secos em estufas. Além disso, Oliveira (2016) registrou valores de pH variando de 3,46 a 3,66 para o polvilho azedo, resultados próximos, mas inferiores, aos observados nas amostras de lodo de goma de mandioca analisadas. Outros estudos, como o de Vasconcelos *et. al* (2019), também relataram resultados de pH próximo a 4,39 para féculas industrializadas e 4,76 para féculas comercializadas em feiras livres, valores semelhantes aos encontrados nos resíduos analisados.

Tabela 01- Caracterização físico-química das amostras de lodo de mandioca analisadas

| Amostra | pH | Acidez (g/100g) | Umidade (%) | Cinzas (%) | Lipídios (%) | Proteína (%) | Amido (%) | Fibra (%) |
|---------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------|
| A01 | 4,49 ±0,10 ^{cd} | 0,57 ±0,14 ^{fg} | 15,58 ±0,19 ^a | 0,10 ±0,01 ^{def} | 0,81 ±0,11 ^{abc} | 0,09 ±0,04 ^{de} | 40,70 ±0,97 ^b | - |
| A02 | 3,74 ±0,01 ^g | 4,00 ±0,37 ^a | 11,82 ±0,25 ^d | 0,26 ±0,01 ^a | 0,99 ±0,39 ^{ab} | 0,20 ±0,04 ^{ab} | 37,80 ±0,62 ^c | - |
| A03 | 3,97 ±0,15 ^{ef} | 2,69 ±0,00 ^b | 13,87 ±0,02 ^c | 0,23 ±0,02 ^{ab} | 0,74 ±0,03 ^{abc} | 0,22 ±0,04 ^a | 34,58 ±0,43 ^d | - |
| A04 | 3,98 ±0,15 ^{ef} | 1,63 ±0,14 ^{cd} | 10,89 ±0,12 ^e | 0,09 ±0,01 ^f | 0,48 ±0,40 ^{abc} | 0,14 ±0,00 ^{abcde} | 35,36 ±0,17 ^d | - |
| A05 | 4,59 ±0,08 ^{bc} | 0,98 ±0,00 ^{ef} | 12,47 ±0,10 ^d | 0,16 ±0,00 ^{cde} | 0,86 ±0,09 ^{abc} | 0,19 ±0,03 ^{abc} | 30,90 ±0,31 ^e | - |
| A06 | 4,30 ±0,14 ^d | 0,65 ±0,28 ^{fg} | 15,55 ±0,22 ^a | 0,16 ±0,06 ^{cd} | 0,77 ±0,62 ^{abc} | 0,14 ±0,01 ^{abcde} | 31,66 ±0,91 ^e | - |
| A07 | 4,50 ±0,01 ^{cd} | 0,57 ±0,14 ^{fg} | 12,43 ±0,13 ^d | 0,08 ±0,00 ^f | 0,80 ±0,64 ^{abc} | 0,18 ±0,04 ^{abcde} | 32,70 ±0,46 ^{ef} | - |
| A08 | 4,08 ±0,01 ^e | 0,73 ±0,00 ^{fg} | 14,48 ±0,27 ^{bc} | 0,12 ±0,00 ^{def} | 1,23 ±0,21 ^a | 0,08 ±0,04 ^e | 33,98 ±0,43 ^{de} | - |
| A09 | 4,80 ±0,02 ^a | 0,33 ±0,14 ^g | 15,22 ±0,38 ^a | 0,11 ±0,01 ^{def} | 0,06 ±0,02 ^c | 0,13 ±0,03 ^{abcde} | 34,17 ±0,55 ^{de} | - |
| A10 | 3,70 ±0,02 ^g | 2,45 ±0,00 ^b | 15,05 ±0,34 ^{ab} | 0,12 ±0,01 ^{def} | 0,24 ±0,03 ^{bc} | 0,18 ±0,04 ^{abcd} | 34,43 ±0,70 ^{de} | - |
| A11 | 3,81 ±0,01 ^{fg} | 1,96 ±0,00 ^c | 15,41 ±0,07 ^a | 0,14 ±0,01 ^{cdef} | 0,13 ±0,03 ^{bc} | 0,12 ±0,02 ^{bcde} | 38,72 ±0,29 ^c | - |
| A12 | 4,08 ±0,02 ^e | 1,38 ±0,14 ^{de} | 12,01 ±0,13 ^d | 0,27 ±0,02 ^a | 0,26 ±0,01 ^{bc} | 0,15 ±0,02 ^{abcde} | 37,78 ±0,75 ^c | - |
| A13 | 4,70 ±0,01 ^{ab} | 0,94 ±0,00 ^{ef} | 10,98 ±0,35 ^e | 0,19 ±0,01 ^{bc} | 0,18 ±0,03 ^{bc} | 0,13 ±0,05 ^{abcde} | 38,45 ±0,66 ^c | - |
| A14 | 4,44 ±0,02 ^{cd} | 0,73 ±0,00 ^{fg} | 14,21 ±0,12 ^c | 0,12 ±0,03 ^{def} | 0,08 ±0,02 ^c | 0,10 ±0,03 ^{cde} | 49,25 ±0,74 ^a | - |

Fonte: Dos Autores, 2023

Média seguidas por letras distintas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05) Acidez dada em NaOH 0,1 mL⁻¹ 100 g⁻¹

Os resultados da acidez variaram de 0,33 (amostra A09) a 4,00 (amostra A02) mL de

NaOH 0,1 M L⁻¹ 100 g¹. Esses valores são inferiores aos encontrados por Oliveira (2016), a que obteve valores de 5,78 a 7,96 mL de NaOH 0,1 ML⁻¹ 100 g¹ para amostras de polvilho azedo. No entanto, de acordo com Mendes *et al* (2020) os valores de acidez para féculas nativas e fermentadas podem variar consideravelmente entre estudos, e tais diferenças podem ser atribuídas às diversas condições de fermentação, matéria-prima, tempo, temperatura e outros fatores empregados durante a obtenção das amostras. Os mesmos autores relataram valores de acidez de 1,29 para fécula nativa e 4,71 mL de NaOH/100g para a fécula fermentada, resultados próximos aos obtidos neste trabalho. É importante notar que os valores encontrados estão em conformidade com os estabelecidos pela legislação, que determina um limite máximo de 5,0 mL de NaOH/100g para fécula (Brasil, 2005). Essas discrepâncias nos resultados podem ser atribuídas às variações nas condições de produção, processamento e características específicas das amostras. A conformidade com as regulamentações é essencial para garantir a qualidade e a segurança alimentar, e os resultados obtidos neste estudo indicam que as amostras analisadas atendem aos padrões estabelecidos pela legislação vigente.

Os valores de umidade encontrados para as amostras de lodo de goma de mandioca variaram de 15,68% (amostra A01) a 10,89% (amostra A04). Essa variação pode ser justificada pelo fato de que algumas amostras foram submetidas à secagem ao sol, enquanto outras foram secas em estufas. Em estudo relacionado Ronko, *et. al* (2020), obtiveram resultados de 12,37, 12,02 e 12,28 % para amido industrial de mandioca, amido de mandioca da espécie Fécula Branca e amido de mandioca da espécie Pioneira respectivamente. Esses resultados estão dentro da faixa de umidade encontrada neste trabalho. Além disso, Mendes *et al.* (2020) alcançaram valores de umidade próximos, sendo 11,50% para fécula de mandioca nativa e 13,30% para fécula de mandioca fermentada. Entretanto, é importante observar que a Instrução Normativa nº 23, de 14 de dezembro de 2005, do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), que regulamenta a identidade e qualidade de produtos amiláceos derivados da raiz de mandioca, estabelece que a fécula de mandioca deve ter um teor de umidade inferior a 14,00% (Brasil, 2005). Dessa forma, observa-se que 50% das amostras analisadas não estão em conformidade com essa legislação. Isso destaca a importância de seguir padrões regulatórios para garantir a qualidade e a conformidade dos produtos derivados da mandioca. O que pode também acarretar em alterações nas quantidades de água ou líquidos a serem utilizados nas receitas que podem ser utilizadas esses materiais sendo utilizados volumes maiores.

O teor de cinzas das amostras de lodo de goma de mandioca variou de 0,07% (amostra A07) a 0,27% (amostra A12), valores superiores aos encontrados por Mendes *et al.* (2020) para fécula de mandioca nativa e fermentada, que foram de 0,09% e 0,18%, respectivamente. Ronko, *et. al* (2020), obtiveram teores de cinzas de 0,16% em amido de mandioca da espécie Fécula Branca e 0,15% em amido de mandioca da espécie Pioneira. A explicação para os valores mais altos encontrados na pesquisa pode ser associada ao fato de que o lodo da goma de mandioca é considerado um resíduo, podendo conter uma maior quantidade de impurezas em comparação com a fécula ou o amido de mandioca. Apesar de ser um resíduo, os teores de cinzas ainda estão em conformidade com a legislação, que estabelece um limite de até 0,75% para fécula do tipo 3 (Brasil, 2005). Esses resultados indicam que, mesmo sendo um resíduo, o lodo em estudo está dentro dos parâmetros legais e pode ser utilizado como alimento.

Os teores de lipídios nas amostras de lodo de goma de mandioca variaram de 0,06% (amostra A09) a 1,23% (amostra A08), enquanto os teores proteicos oscilaram de 0,08% (amostra A08) a 0,22% (amostra A03). Comparativamente, Mendes *et al.* (2020) obtiveram teores de lipídios em torno de 0,12% nas féculas estudadas, com valores proteicos de 0,32% para a fécula nativa e 0,41% para a fécula fermentada. Miskinis (2017) encontrou 0,01% de lipídios e 0,71% de proteína no amido de mandioca fermentado, enquanto Fiorda *et al.* (2013) registraram 1,56% para lipídios e 0,14% para proteína na fécula de mandioca. Essas discrepâncias podem ser atribuídas às variações naturais entre exemplares da mesma espécie

vegetal ou às perdas durante o processo de extração (Mendes *et al.*, 2020). Além disso, Sousa *et al.* (2021) indicam que as proteínas na mandioca são mais concentradas em outras partes da planta, como folhas e caule, enquanto as raízes são geralmente pobres em proteínas. Esses resultados destacam a variabilidade nas características nutricionais das amostras, ressaltando a influência de fatores como a procedência das amostras, o método de extração e as características intrínsecas da planta de mandioca.

A presença de fibras nas amostras de lodo é insignificante, uma vez que a raiz de mandioca naturalmente contém apenas cerca de 0,3% de fibras, conforme indicado por Guimarães e Schneider (2020). Essa pequena quantidade de fibras tende a ser removida durante o processo de obtenção da fécula de mandioca, resultando no bagaço conhecido como farelo ou massa de mandioca (Ronko, *et al.* 2020). Essa remoção é parte integrante do processamento da mandioca para a produção de fécula, destacando a natureza predominantemente amilácea da raiz de mandioca após o processamento.

Os valores de amido nas amostras de lodo de goma de mandioca variaram de 30,90% (amostra A05) a 49,25% (amostra A14), sendo o componente presente em maior quantidade. Ao comparar esses resultados com os padrões estabelecidos para fécula de mandioca, observa-se que a quantidade de amido no lodo é significativamente inferior, uma vez que a legislação estabelece um limite mínimo de 80% para fécula tipo 3 (Brasil, 2005). Conforme destacado por Madeira (2017), a fração glicídica na fécula é de extrema importância, pois reflete a pureza do produto. Quanto maior essa fração, mais pura é a fécula. Nesse contexto, fica evidente que o lodo de goma de mandioca não é um produto puro, o que é esperado, uma vez que se trata de um subproduto derivado do processamento da mandioca para a obtenção da fécula. A presença significativa de outros componentes no lodo, além do amido, contribui para a complexidade da sua composição, refletindo a natureza residual desse subproduto. Entretanto devido ao seu elevado teor de amido, é evidente que o lodo de mandioca pode ser empregado na elaboração de coprodutos. Conforme mencionado por Costa, *et al.*(2022), os revestimentos comestíveis à base de amido de mandioca têm apresentado resultados promissores na conservação de frutas e hortaliças ao longo da última década. Esses revestimentos contribuem para aumentar a vida útil dos produtos, preservando seus aspectos nutricionais e bioativos, sendo assim, uma formulação de um biofilme utilizando o lodo da goma pode ser uma alternativa no mercado. Além disso, destaca-se que o lodo pode ser uma opção mais econômica em comparação com a fécula. Essa alternativa poderia reduzir os custos de produção, viabilizando a oferta de produtos a preços mais acessíveis. Mesmo que esses produtos possam ter uma qualidade inferior em relação ao padrão de mercado, a acessibilidade financeira pode torná-los uma opção atrativa para um público mais amplo.

4 CONCLUSÃO

Ao examinar suas propriedades físico-químicas, observou-se que o lodo de mandioca é um produto com elevado valor nutricional, indicando seu potencial como matéria-prima na formulação de coprodutos, como cookies e biofilmes comestíveis. Com um teor significativo de amido e valores para outros componentes alinhados com a literatura e normas vigentes, o lodo de mandioca se destaca como uma alternativa economicamente viável e nutricionalmente relevante.

A utilização desse resíduo como matéria-prima para coprodutos não apenas pode trazer benefícios econômicos, mas também contribuir para a mitigação de problemas ambientais. O descarte inadequado desse resíduo no meio ambiente, uma prática comum entre os produtores, poderia ser reduzido, promovendo práticas mais sustentáveis na gestão de subprodutos da mandioca. Assim, a exploração do lodo de goma de mandioca apresenta-se como uma solução multifacetada, unindo benefícios econômicos, nutricionais e ambientais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. G. **Desenvolvimento de goma de mandioca colorida com bioativos da beterraba (*beta vulgaris*)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)- Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 23, de 14 de dezembro de 2005. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Produtos Amiláceos derivados da raiz de Mandioca. Diário Oficial da União – DOU, Brasília, dez. 2005.

COSTA, F.; *et al.* Edible coatings based on cassava starch (*manihot esculenta*) in vegetable products: a review. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 4, p. e54511427428, 2022.

FIORDA, F. A. *et al.* Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca. **Pesq. Agropec. Trop.** v. 43, n 4, p. 408-416, 2013.

GUIMARÃES E SCNEIDER. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) oriundas do Município de São desidério –BA. **Braz. J. Hea. Rev.**, v. 3, n. 6, p. 16820-16829, 2020.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 4. ed./ 1. ed. Digital. São Paulo: IMESP, 2008.

MADEIRA, R. A. V. **Desenvolvimento de método para determinação da expansão de amido de mandioca**. 2017. 128 f. Tese (Doutorado de Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

MENDES, M. L. B. *et al.* Propriedades físico-químicas e tecnológicas de fpeculas de mandioca (*esculenta crantz*) comercializada na região metropolitana de Palmas-TO. *In*: CORDEIRO, Carlos Alberto Martins (org.). **TECNOLOGIA DE ALIMENTO S: TÓPICOS FÍSICOS, QUÍMICOS EBIOLÓGICOS**. Guarujá: Editora Científica, 2020. Cap. 41. p. 531-544.

MISKINIS, R. D. A. S. **Propriedades dos amidos *in natura* de milho e mandioca após um ano de fermentação natural**. 2017. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

OLIVEIRA, D. C. D. **Efeito da secagem solar e em estufa convectiva sobre as características físico-químicas e reológicas do polvilho azedo**. 2016. 336 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

RONKO, L. Z., TRAVALINI, A. P. e DEMIATE, I. M. Amido e bagaço de mandioca (*Manihot esculenta C.*): obtenção e caracterização de diferentes variedades. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 14, n. 01, p. 2962-2982, 2020.

SILVA, I. L. e ALCANTARA, S. P. M. **Mandiocultura e percepções sobre o**

aproveitamento dos resíduos do processamento da mandioca na Vila Maracá, Mazagão, Amapá. 2020. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Biologia) - Universidade Federal do Amapá, Mazagão, 2020.

SOUSA, S. L. *et al.* Elaboração de massas alimentícias frescas de macaxeira: avaliação físico-química, microbiológica e de rendimento. In: VERRUCK, Silvani (org.). **AVANÇOS EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**. 4. ed. Guarujá: Editora Científica, 2021. Cap. 45, p. 698.

VASCONCELOS, R. F., SOUZA, J. D. S. e FAHNING, L. C. S. Fécula de mandioca: comparativo bromatológico entre processada e a artesanal comercializada em feira livre do município de União dos Palmares- Alagoas. In: V ENCONTRO NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 2019, Bananeiras. **Anais eletrônicos...**, Campinas, Galoá, 2019: Disponível em: <<https://proceedings.science/enag/enag-2019/papers/fecula-de-mandioca-comparativo-bromatologico-entre-processada-e-a-artesanal-comercializada-em-feira-livre-do-municipio-?lang=pt-br>>. Acesso em: 20 de Outubro de 2023.