

Composição Físico-Química de Farinhas de Tapioca Comercializadas em Belém, Pará



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
155**

**Composição Físico-Química de Farinhas de
Tapioca Comercializadas em Belém, Pará**

*Alessandra Ferraiolo de Freitas
Rafaella de Andrade Mattietto
Ana Vânia Carvalho*

***Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2022***

Disponível no endereço eletrônico: <https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
CEP 66095-903, Belém, PA
Fone: (91) 3204-1000
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicação

Presidente

Bruno Giovany de Maria

Secretária-Executiva

Luciana Gatto Brito

Membros

Alexandre Mehl Lunz, Alfredo Kingo Oyama Homma, Alysson Roberto Baizi e Silva, Andréa Liliane Pereira da Silva, Laura Figueiredo Abreu, Luciana Serra da Silva Mota, Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana, Vitor Trindade Lôbo, Patrícia de Paula Ledoux Ruy de Souza

Supervisão editorial e revisão de texto

Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Normalização bibliográfica

Andréa Liliane Pereira da Silva

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Tratamento de fotografias e editoração eletrônica

Vitor Trindade Lôbo

Foto da capa

Ronaldo Rosa

1ª edição

Publicação digitalizada - PDF (2022)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei n° 9,610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Oriental

Freitas, Alessandra Ferraiolo de.

Composição físico-química de farinha de tapioca comercializadas em Belém, Pará / Alessandra Ferraiolo de Freitas, Rafaella de Andrade Mattietto, Ana Vânia Carvalho. - Belém, PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2022.

18 p. : il. ; - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0483; 155).

1. Mandioca. 2. *Manihot esculenta*. 3. Tapioca. 4. Farinha. 5. Propriedade físico-química. I. Mattietto, Rafaella de Andrade. II. Carvalho, Ana Vânia. III. Título. IV. Embrapa Amazônia Oriental. V. Série.

CDD 633.6828115

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	10
Conclusões.....	16
Agradecimentos.....	16
Referências	16

Composição Físico-Química de Farinhas de Tapioca Comercializadas em Belém, Pará

Alessandra Ferraiolo de Freitas¹

Rafaella de Andrade Mattietto²

Ana Vânia Carvalho³

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição físico-química e a conformidade com a legislação vigente de farinhas de tapioca comercializadas em Belém, Pará. Seis amostras, cinco de supermercado e uma de produtor, foram analisadas quanto à atividade de água e teores de umidade, cinzas, lipídeos, proteínas, carboidratos, amido e valor energético. A atividade de água (0,1377%–0,3476%) e os teores de umidade (4,27%–7,94%), cinzas (0,131%–0,284%), lipídeos (0,097%–0,211%), proteínas (0,04414%–0,12451%), carboidratos (91,61%–95,39%) e amido (78,37%–92,11%) diferiram significativamente entre as amostras. Todas as amostras se apresentaram em conformidade com a legislação brasileira quanto ao teor de umidade, porém duas amostras se mostraram em desacordo quanto ao teor de cinzas. De maneira geral, observa-se que a farinha de tapioca é um alimento de elevado valor energético, devido ao alto conteúdo de carboidratos, e de baixo teor de lipídeos, proteínas e cinzas. É ainda um produto que apresenta baixo risco de desenvolvimento de microrganismos em razão da sua reduzida atividade de água.

Termos para indexação: *Manihot esculenta*, fécula, composição nutricional.

¹ Engenheira de alimentos, doutora em Engenharia Química, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

² Engenheira química, doutora em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

³ Engenheira-agrônoma, doutora em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

Physicochemical Composition of Tapioca Flours Sold in Belém, Pará state, Brazil

Abstract – The objective of this work was to evaluate the physicochemical composition and compliance with legislation of tapioca flours sold in Belém, Pará state, Brazil. Six samples were analyzed, five from supermarkets and one from producer, regarding water activity, moisture, ash, lipids, proteins, carbohydrates, starch and energy value. Water activity (0.1377%–0.3476%), moisture (4.27%–7.94%), ash (0.131%–0.284%), lipids (0.097%–0.211%), proteins (0.04414%–0.12451%), carbohydrates (91.61%–95.39%) and starch (78.37%–92.11%) differed significantly between the samples. All samples complied with Brazilian legislation regarding moisture content, but two samples were in disagreement regarding ash content. In general, tapioca flour is a food with high energy value due to its high carbohydrates content, and low lipids, proteins and ash contents. It is also a product that has low risk of developing microorganisms due to its reduced water activity.

Index terms: *Manihot esculenta*, cassava starch, nutritional composition.

Introdução

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma tradição do estado do Pará, cultivada por agricultores familiares e muito utilizada na culinária regional (Modesto Júnior; Alves, 2019). No estado, estima-se que mais de 90% da produção de raiz é transformada em farinha de mesa. Em menor escala, são produzidos o tucupi e a fécula, também chamada de polvilho ou goma (Alves; Modesto Júnior, 2019).

A fécula é um pó branco, inodoro e insípido, que pode ser comercializado no varejo para uso doméstico ou usado como insumo industrial na fabricação de alimentos, perfumes, colas, adesivos e papel. É um dos produtos derivados mais importantes da mandioca, tendo em vista a possibilidade de agregação de valor e de exportação (Coelho, 2018). Dentre os produtos derivados da fécula, destaca-se a farinha de tapioca, produto característico das regiões Norte e Nordeste do Brasil (Chisté et al., 2012). Naturalmente classificado como um alimento livre de glúten, apresenta-se sob a forma de grânulos poliédricos irregulares, de diversos tamanhos (Brasil, 2005). É comumente consumido pela população dessas regiões com a polpa do açaí, sendo também usado como ingrediente no preparo de sorvetes e em diversas receitas regionais.

No estado do Pará, a maior parte da produção de farinha de tapioca está concentrada no distrito industrial de Americano, município de Santa Izabel do Pará. Estima-se que, em 2012, existiam cerca de 140 unidades de processamento no local (Alves; Modesto Júnior, 2012). Em 2019, 36,7% dos empreendedores comercializavam sua produção diretamente para intermediários e atacadistas, 49% comercializavam para pontos de vendas nas feiras livres de Belém, 13,3% para supermercados e mercearias e apenas 1% exportava para outros estados. O fato de nenhum empreendedor utilizar estratégias de divulgação e marketing para a venda da farinha de tapioca, uma vez que toda a produção semanal era comercializada, já caracterizava, na época, a elevada demanda pelo produto (Alves; Modesto Júnior, 2019).

Embora a maior parte da produção seja semimecanizada, ainda existem estabelecimentos que produzem a farinha de tapioca pelo método artesanal. As etapas comumente envolvidas na fabricação são: 1) hidratação da fécula; 2) decantação; 3) drenagem; 4) trituração da fécula; 5) encarçoamento; 6) peneiramento e classificação do caroço cru; 7) escaldamento; 8) peneiramento e

classificação do caroço escaldado; 9) descanso; 10) torração (espocagem); 11) peneiramento e classificação; e 12) embalagem (Alves; Modesto Júnior, 2019).

Recentemente a Associação Brasileira das Entidades Estaduais de Assistência Técnica e Extensão Rural (Asbraer) divulgou em seu site que o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará (Emater) visitaram o distrito industrial de Americano para discutir alternativas de pesquisa e trâmite que levem à confirmação, no próprio Mapa e no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (Inpi), da criação e prática de uma técnica que origina uma “farinha de tapioca” específica, só produzida naquele distrito, considerando o Brasil inteiro (Asbraer, 2022).

Apesar da importância socioeconômica, do amplo consumo e uso da farinha de tapioca pela população das regiões Norte e Nordeste, e do potencial de registro de Indicação Geográfica no estado do Pará, apenas cinco estudos científicos reportaram a composição nutricional desse alimento (Dias; Leonel, 2006; Chisté et al., 2012; Silva et al., 2013, 2020; Carmo; Pena, 2021). Diante de escassa literatura, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição físico-química e a conformidade com a legislação vigente de farinhas de tapioca comercializadas em Belém, Pará.

Material e métodos

Foram analisadas cinco amostras de farinha de tapioca (A, B, C, D e E), cada uma de uma marca diferente, produzidas no distrito industrial de Americano, município de Santa Izabel do Pará, Pará, e comercializadas nos supermercados de Belém, Pará. Também foi avaliada uma amostra (F) coletada diretamente de um produtor do mesmo distrito industrial.

Todas as amostras foram adquiridas no mês de março de 2016. As amostras comerciais foram compradas em um mesmo supermercado e estavam acondicionadas, sem vácuo, em embalagens plásticas (sacos de polipropileno). A farinha de tapioca do produtor foi coletada a granel, de uma mesma batelada, e acondicionada igualmente em saco plástico de polipropileno, com capacidade para 1 kg. As amostras, isentas de aditivos alimentares e/ou coadjuvantes de tecnologia, ficaram em suas respectivas embalagens, dentro de dessecadores de vidro, até o momento de realização das análises. Informações quanto ao subgrupo, tipo, número de embalagens

coletadas, peso líquido unitário, data de fabricação e validade das amostras estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Subgrupo, tipo, número de embalagens coletadas, peso líquido unitário, data de fabricação e validade das amostras de farinha de tapioca de diferentes marcas comercializadas em Belém, Pará, coletadas para este estudo.

Amostra	Subgrupo ⁽¹⁾	Tipo ⁽²⁾	Número de embalagens coletadas	Peso líquido unitário (g)	Data de fabricação	Validade (dias)
A	Granulada	1	3	250	15/2/2016	365
B	Granulada	1	3	200	Março/2016	150
C	Granulada	1	3	200	2/3/2016	365
D	Granulada	1	3	250	1º/3/2016	120
E	Granulada	1	3	200	19/2/2016	365
F	na ⁽³⁾	na ⁽³⁾	na ⁽³⁾	1.000 ⁽⁴⁾	31/3/2016	na ⁽³⁾

⁽¹⁾ Classificação estabelecida na Instrução Normativa nº 23, do Mapa, para a forma dos grânulos (Brasil, 2005).

⁽²⁾ Requisito de qualidade referente aos limites de tolerância estabelecidos na Instrução Normativa nº 23, do Mapa, para os teores de umidade e cinzas (Brasil, 2005).

⁽³⁾ Não aplicável.

⁽⁴⁾ Corresponde à amostra integral, uma vez que foi coletada a granel, e não em embalagens individuais de 200 g ou 250 g de farinha.

A amostra de farinha de tapioca de cada marca foi composta por três embalagens do produto (repetições), cada uma com 200 g ou 250 g de farinha. A amostra do produtor foi quarteada até a obtenção de três porções (repetições) de 250 g cada. As amostras foram caracterizadas, com três repetições, quanto a atividade de água (Aa), umidade, cinzas, lipídeos, proteínas, carboidratos e amido. A Aa foi determinada por leitura direta em analisador digital. As determinações de umidade, cinzas e proteínas foram realizadas de acordo com Association of Official Analytical Chemists (2011). O teor de amido foi determinado no Centro de Raízes e Amidos Tropicais (Cerat) da Universidade Estadual Paulista – Campus de Botucatu (Botucatu, São Paulo), segundo método descrito em Association of Official Analytical Chemists (1975). O teor de lipídeos foi determinado de acordo com Blich e Dyer (1959). A fração de carboidratos foi calculada como a diferença entre cem e o somatório das frações de umidade, cinzas, lipídeos e proteínas (Tabela..., 2011). O valor energético total foi estimado com base nos teores médios de proteínas, carboidratos e lipídeos e nos fatores de conversão de Atwater (4 kcal/g, 4 kcal/g e 9 kcal/g para proteínas, carboidratos e lipídeos, respectivamente) (Merrill; Watt, 1973).

Para verificar a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias dos dados obtidos por meio das análises físico-químicas, foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Os dados que apresentaram distribuição normal dos resíduos e/ou homogeneidade das variâncias foram submetidos à análise de variância (Anova), seguida pelo teste de Tukey. Os dados que não apresentaram distribuição normal e/ou homogeneidade foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de Dunn com correção de Bonferroni. Todas as análises estatísticas foram realizadas no R (R Core Team, 2021) com $P < 0,05$, considerando seis tratamentos (amostras de farinha de tapioca) e três repetições.

Resultados e Discussão

Os resultados das análises de atividade de água (Aa), umidade, cinzas, lipídeos, proteínas, carboidratos e amido são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Características físico-químicas de amostras de farinha de tapioca de diferentes marcas comercializadas em Belém, Pará⁽¹⁾.

Amostra	Aa ⁽²⁾	Umidade ⁽²⁾	Cinzas ⁽²⁾	Lipídeos ⁽²⁾	Proteínas ⁽³⁾	Carboidratos e outros ⁽³⁾	Amido ⁽²⁾	Valor energético total
								kcal/100 g
					%			
A	0,3428± 0,0003b	7,94± 0,09a	0,284± 0,013a	0,123± 0,002c	0,04547± 0,00006ab	92,32± 0,71ab	87,92± 0,26b	370,56
B	0,3275± 0,0010c	7,82± 0,28a	0,259± 0,031ab	0,211± 0,006a	0,11191± 0,00185ab	91,61± 0,25a	92,11± 0,22a	368,79
C	0,2051± 0,0002e	5,46± 0,02c	0,197± 0,017abc	0,164± 0,003b	0,04414± 0,00066a	94,12± 0,01ab	87,92± 0,59b	378,15
D	0,3476± 0,0007a	7,32± 0,10a	0,131± 0,031c	0,110± 0,002cd	0,12451± 0,00440b	92,32± 0,12ab	83,68± 0,13c	370,76
E	0,1377± 0,0009f	4,27± 0,10d	0,175± 0,031bc	0,110± 0,04cd	0,12029± 0,00803ab	95,39± 0,04b	78,37± 0,93d	383,04
F	0,2387± 0,0004d	6,34± 0,16b	0,151± 0,006c	0,097± 0,003d	0,06655± 0,00003ab	93,36± 0,15ab	89,69± 1,60ab	374,56

⁽¹⁾ Dados são apresentados como média ± erro padrão (n = 3).

⁽²⁾ Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

⁽³⁾ Médias com letras iguais, na mesma coluna, indicam ausência de efeito dos tratamentos pelo teste de Dunn ao nível de 5% de probabilidade

A Aa encontrada nas farinhas de tapioca (0,1377–0,3476) variou significativamente entre as amostras (Anova, $P < 0,001$), sendo a maior média da amostra D e a menor da amostra E. Valores superiores de Aa foram encontrados por Carmo e Pena (2021) (0,57–0,60) ao avaliarem a composição físico-química de quatro farinhas de tapioca provenientes de dois municípios do estado do Pará, Santa Izabel do Pará (mesorregião Nordeste Paraense) e Santarém (mesorregião do Baixo Amazonas).

Silva et al. (2020) caracterizaram físico-química e morfológicamente farinhas de tapioca elaboradas com féculas da região Nordeste do Pará. As féculas foram obtidas das seguintes variedades de mandioca: Pai Ambrósio, Pocu e Paulo Velho, as quais, neste trabalho, são representadas respectivamente pelas siglas PA, P e PV. O valor da Aa da farinha PA foi próximo ao da amostra E (0,1377) e os valores das farinhas P (0,19) e PV (0,20) próximos ao da amostra C (0,2051).

Silva et al. (2013) estudaram, além das propriedades físico-químicas, as características físicas, tecnológicas e morfológicas de farinhas de tapioca provenientes dos mesmos municípios mencionados anteriormente. Os autores relataram valores de Aa de 0,18 para a farinha de Santa Izabel do Pará e de 0,46 para a farinha de Santarém. Neste trabalho, a Aa das amostras E (0,1377) e C (0,2051) foi próxima, e das demais amostras (0,2387–0,3476) maior, do que a Aa da farinha de Santa Izabel do Pará (0,18). Observa-se ainda uma menor Aa em todas as amostras analisadas quando comparada à Aa da farinha de Santarém (0,46).

Chisté et al. (2012) encontraram uma Aa de 0,19 ao estudarem as isotermas de sorção de uma farinha de tapioca comercializada em Belém. Neste caso, e para fins de comparação com os valores obtidos neste trabalho, a mesma inferência feita à farinha de Santa Izabel do Pará, analisada por Silva et al. (2013), pode ser aplicada aqui. Apesar da diferença verificada, os valores de Aa obtidos neste estudo indicam que as amostras analisadas têm um baixo risco de deterioração por microrganismos, uma vez que toda atividade microbiana é inibida em valores de Aa abaixo de 0,6. A Aa é um dos fatores mais importantes na estabilidade de um produto para a manutenção das suas características de qualidade (Erkmen; Bozoglu, 2016).

Em relação à umidade, as amostras A (7,94%), B (7,82%) e D (7,32%) apresentaram as maiores médias significativamente diferentes (Anova, $P <$

0,001) das amostras C (5,46%), E (4,27%) e F (6,34%). Todas as amostras apresentaram valores de umidade inferiores à faixa de 10,05%–11,29% relatada por Carmo e Pena (2021). As farinhas de tapioca PA e P, elaboradas por Silva et al. (2020), apresentaram teor de umidade próximo (PA=4,54% e P=4,94%) ao da amostra E (4,27%) e a farinha PV teor de umidade próximo (5,25%) ao da amostra C (5,46%).

O teor de umidade encontrado por Silva et al. (2013), na farinha do Nordeste Paraense, foi 4,53% e na farinha do Baixo Amazonas, 10,69%. Neste trabalho, apenas a farinha E apresentou teor de umidade similar (4,27%) ao da farinha de Santa Izabel do Pará (4,53%), as outras amostras apresentaram teores superiores a 4,53% e inferiores ao da farinha de Santarém (10,69%). Já o teor de umidade relatado por Dias e Leonel (2006), ao caracterizarem uma farinha de tapioca comercializada no estado do Pará, foi 5,71% e o encontrado por Chisté et al. (2012) foi 4,54%. Esses valores são similares aos das amostras C (5,46%) e E (4,27%).

Os teores de umidade estão ainda de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Produtos Amiláceos Derivados da Raiz de Mandioca (Brasil, 2005), que estabelece um valor inferior a 15% (Brasil, 2005).

A variabilidade observada na Aa e no teor de umidade, tanto entre as amostras analisadas como entre estas e os dados disponíveis na literatura, pode ser atribuída à umidade da fécula, ao tempo e à temperatura dos processos de escaldamento e torração e à higroscopicidade do produto.

As primeiras etapas do processo de fabricação da farinha de tapioca envolvem a hidratação e a decantação da fécula e a drenagem da água. Neste caso, a umidade da fécula ao término dessas etapas decorre da sua capacidade de absorção de água, do tempo do processo de absorção de água (etapa de hidratação + etapa de decantação) e do tempo do processo de drenagem.

A capacidade de absorção de água é influenciada pelos teores de proteínas e amido da fécula. As moléculas de proteínas e amido aprisionam e unem-se às moléculas de água por meio de ligações de hidrogênio e interações hidrofílicas (Abdalla et al., 2009; Awuchi et al., 2019). Assim, quanto maior os teores de proteínas e/ou amido da fécula, maior a sua capacidade de absorção de água. Possivelmente, as féculas usadas na fabricação das farinhas A, B e

D têm maiores teores de proteínas e/ou amido em sua composição do que as féculas das amostras C, E e F.

Em relação ao tempo dos processos de absorção de água e de drenagem, é possível que o tempo do processo de absorção de água das féculas das farinhas A, B e D tenha sido maior, e o tempo de drenagem menor, do que o das féculas das farinhas C, E e F. Neste caso, as féculas das amostras A, B e D podem ter absorvido um maior conteúdo de água do que as féculas das amostras C, E e F.

Nas etapas de escaldamento e torração, os grânulos de fécula ficam dispostos em uma superfície aquecida por um determinado período de tempo. Como processos que envolvem aplicação de calor reduzem a disponibilidade de água nos alimentos (Foust et al., 1982; Fellows, 2006), provavelmente a temperatura da chapa do forno e/ou o tempo de ambos os processos, escaldamento e torração, tenham sido maiores na fabricação das amostras A, B e D do que na fabricação das amostras C, E e F.

A higroscopicidade do produto pode ser relacionada ao tamanho das partículas (grânulos) que compõem as amostras (Silva et al., 2013; Carmo; Pena, 2019). Quanto menor o tamanho da partícula, maior a área superficial específica disponível para adsorção de água (Ruthven, 1984; Cremasco, 2012). Muito possivelmente a maioria dos grânulos das amostras A, B e D são menores do que a maior parte dos grânulos das amostras C, E e F. Associado a isso, tem-se o tempo decorrido entre o final do processo e o acondicionamento do produto na embalagem. Neste caso, é possível que as amostras A, B e D tenham ficado um maior tempo expostas ao ambiente do que as amostras C, E e F.

Quanto ao teor de cinzas, os valores variaram entre 0,131% e 0,284%, sendo significativamente diferentes (Anova, $P < 0,001$) entre as amostras A (0,284%), D (0,131%) e F (0,151%). Os valores encontrados por Dias e Leonel (2006) (0,10%), Silva et al. (2013) (0,12% na farinha de Santarém) e Carmo e Pena (2021) (0,08%–0,11% em todas as farinhas) foram próximos ao valor de 0,131% da farinha D. Já as demais amostras apresentaram teor de cinzas superior ao relatado por esses autores. Valores inferiores aos obtidos neste trabalho foram encontrados por Silva et al. (2020) ($P = 0,04\%$, $PV = 0,05\%$ e $PA = 0,06\%$), Silva et al. (2013) (0,04% na farinha de Santa Izabel do Pará) e Chisté et al. (2012) (0,04%).

Em termos de conformidade com a legislação, o teor de cinzas estabelecido para tapioca granulada tipo I é inferior a 0,20%. Neste caso, as amostras A (0,284%) e B (0,259%) não atendem a norma reguladora e a amostra F, mesmo apresentando um teor de cinzas inferior (0,151%) ao estabelecido na legislação (0,20%), não pode ser considerada conforme, pois é comercializada a granel sem qualquer especificação de tipo.

O teor de lipídeos variou entre 0,097% e 0,211%, havendo diferença significativa (Anova, $P < 0,001$) entre as amostras A (0,123%), B (0,211%), C (0,164%) e F (0,097%). Os valores de lipídeos relatados por Silva et al. (2013) (0,86% e 0,88%) e Chisté et al. (2012) (1,14%) são muito superiores aos encontrados neste trabalho.

Já os teores de lipídeos reportados por Carmo e Pena (2021) (0,14% e 0,17%) para as farinhas de tapioca de Santarém são próximos ao teor das farinhas A (0,123%) e C (0,164%), respectivamente. Para as farinhas de Santa Izabel do Pará, o teor de lipídeos encontrado pelos autores foi 0,33% e 0,38%, valores superiores ao de todas as amostras analisadas neste estudo. Silva et al. (2020) relataram valores próximos ao das amostras C (0,164%) e B (0,211%) para as farinhas P (0,15%) e PV (0,21%), respectivamente. Já o teor de lipídeos da farinha PA foi superior (0,26%) aos teores obtidos neste trabalho. Teor de lipídeos próximo ao das farinhas A (0,123%), D (0,110%) e E (0,110%) foram relatados por Dias e Leonel (2006) (0,13%).

Em relação ao teor de proteínas, verificou-se que houve diferença significativa (Kruskal-Wallis, $P = 0,009$) apenas entre as amostras C (0,04414%) e D (0,12451%). Os valores obtidos por Carmo e Pena (2021) (0,18%–0,25%) são superiores aos encontrados neste trabalho, e os valores relatados por Silva et al. (2020) (PV = 0,06%, PA = 0,08% e P = 0,08%) e Silva et al. (2013) (0,08% para as duas farinhas) são similares ao da amostra F (0,06655%). Já o teor de proteínas obtido por Dias e Leonel (2006) (0,02%) é inferior aos valores de todas as amostras analisadas no presente trabalho.

Quanto ao teor de carboidratos, somente as amostras B (91,61%) e E (95,39%) diferiram significativamente (Kruskal-Wallis, $P = 0,013$). Silva et al. (2020) encontraram valores similares (PV = 94,43%, P = 94,68% e PA = 95,17%) ao das amostras C (94,12%) e E (95,39%). Já o valor encontrado por Silva et al. (2013) na farinha de tapioca de Santarém (94,49%) é similar ao da amostra C (94,12%) e o encontrado na farinha de Santa Izabel

do Pará (88,23%) é inferior a todos os teores relatados neste trabalho (91,61%–95,39%).

A variação no teor de amido foi de 78,37% a 92,11%, sendo a amostra B (92,11%) significativamente diferente (Anova, $P < 0,001$) das amostras A (87,92%), C (87,92%), D (83,68%) e E (78,37%). Com exceção da farinha E (78,37%), todas as demais amostras apresentaram teores de amido superiores aos encontrados por Carmo e Pena (2021) (80,74%–82,77%). O teor de amido relatado por Silva et al. (2020) para a farinha PV (87,61%) é similar ao das amostras A (87,92%) e C (87,92%), e o relatado para as farinhas P (91,78%) e PA (93,02%) similar ao da amostra B (92,11%). Os teores de amido encontrados por Silva et al. (2013), nas farinhas de tapioca de Santarém (84,30%) e Santa Izabel do Pará (93,03%), foram próximos aos obtidos nas amostras D (83,68%) e B (92,11%), respectivamente. Chisté et al. (2012) também relataram teor de amido (93,25%) similar ao da amostra B. Já Dias e Leonel (2006) reportaram valor similar (89,92%) ao da farinha F (89,69%).

O valor energético total (Tabela 2) de todas as farinhas de tapioca analisadas neste trabalho (368,79 kcal/100 g a 383,04 kcal/100 g) foi superior aos valores encontrados por Carmo e Pena (2021) (332,10 kcal/100 g a 338,81 kcal/100 g). Os valores obtidos por Silva et al. (2020) para as farinhas P (381,38 kcal/100 g) e PA (382,35 kcal/100 g) foram próximos ao da amostra E (383,04 kcal/100 g), e o valor energético total da farinha PV (379,85 kcal/100 g) próximo ao da amostra C (378,15 kcal/100 g). Valores similares ao das amostras B (368,79 kcal/100 g) e E (383,04) foram relatados por Silva et al. (2013) para a farinha de tapioca de Santarém (361,16 kcal/100 g) e de Santa Izabel do Pará (386,02 kcal/100 g), respectivamente.

A diferença observada entre as amostras nos teores de cinzas, lipídeos, proteínas, carboidratos e amido pode ser atribuída à época de colheita das raízes de mandioca, fatores edafoclimáticos do local de produção e variabilidade do material genético. Já a variabilidade entre os valores obtidos neste trabalho e os relatados na literatura pode ser atribuída aos fatores mencionados acima e também ao método de análise das determinações químicas (Benesi et al., 2008; Silva et al., 2013). Contudo, a variação no teor de amido também pode ser atribuída à pureza da fécula (elevado teor de amido e baixos teores de cinzas, lipídeos e proteínas) usada na produção das

farinhas de tapioca (Leonel; Cereda, 2000; Ladeira; Pena, 2011; Silva et al., 2020; Carmo; Pena, 2021).

Conclusões

As farinhas de tapioca produzidas regionalmente e comercializadas em Belém, PA, diferem entre si em termos de atividade de água e teores de umidade, cinzas, lipídeos, proteínas, carboidratos e amido. Todas as amostras analisadas estão em conformidade com a legislação brasileira quanto ao teor de umidade e duas amostras estão em desacordo com a norma reguladora quanto ao teor de cinzas.

A farinha de tapioca é um alimento de elevado valor energético devido ao alto conteúdo de carboidratos (91,61%–95,39%), e de baixo teor de lipídeos (0,097%–0,211%), proteínas (0,04414%–0,12451%) e cinzas (0,131%–0,284%). Além disso, é um produto estável do ponto de vista microbiológico, pois apresenta baixo risco de desenvolvimento de microrganismos em razão da sua reduzida atividade de água (0,1377%–0,3476%).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (processo 407764/2013-5) pelo suporte financeiro.

Referências

ABDALLA, A. A.; AHMED, U. M.; AHMED, A. R.; EL TINAY, A. H.; IBRAHIM, K. A. Physicochemical characterization of traditionally extracted pearl millet starch (*Jir*). **Journal of Applied Sciences Research**, v. 5, n. 11, p. 2016-2027, 2009.

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. Custo e rentabilidade do processamento de farinha de tapioca no distrito de Americano, município de Santa Isabel, Pará. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 8, n. 15, p. 7-18, 2012.

ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. Rentabilidade da produção de farinha de tapioca. In: ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. (ed.). **Mandioca: agregação de valor e rentabilidade de negócios**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 61-77.

- ASBRAER. **Agricultores do Pará buscam Identificação Geográfica da farinha de tapioca.** Disponível em: <http://www.asbraer.org.br/~asbra024/index.php/rede-de-noticias/item/1743-agricultores-do-para-busca-om-identificacao-geografica-da-farinha-de-tapioca>. Acesso em: 11 fev. 2022.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** Washington, D.C., 1975. 1094 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists.** Gaithersburg, 2011. 2590 p.
- AWUCHI, C. G.; IGWE, V. S.; ECHETA, C. K. The functional properties of foods and flours. **International Journal of Advanced Academic Research**, v. 5, n. 1, p. 139-160, 2019.
- BENESI, I. R. M.; LABUSCHAGNE, M. T.; HERSELMAN, L.; MAHUNGU, N. M.; SAKA, J. K. The effect of genotype, location and season on cassava starch extraction. **Euphytica**, v. 160, p. 59-74, 2008.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiology**, n. 37, p. 911-917, 1959.
- 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**, 15 dez. 2005. Seção 1, p. 5-6. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=15/12/2005&jornal=1&pagina=5&totalArquivos=344>. Acesso em: 11 fev. 2022.
- CARMO, J. R.; PENA, R. S. Influence of the temperature and granulometry on the hygroscopic behavior of tapioca flour. **CYTA – Journal of Food**, v. 17, n. 1, p. 900-906, 2019.
- CARMO, J. R.; PENA, R. S. Caracterização físico-química de farinhas de tapioca produzidas e comercializadas em diferentes localidades no estado do Pará. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 8, p. 83874-83883, 2021.
- CHISTÉ, R. C.; SILVA, P. A.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. Sorption isotherms of tapioca flour. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, p. 870-874, 2012.
- COELHO, L. D. Produção de mandioca – raiz, farinha e fécula. **Caderno Setorial ETENE**, n. 44, p. 1-11, 2018.
- CREMASCO, M. A. **Operações unitárias em sistemas particulados e fluidodinâmicos.** São Paulo: E. Blucher, 2012. 423 p.
- 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.
- ERKMEN, O.; BOZOGLU, T. Z. **Food microbiology: principles into practice.** Oxford, UK: J. Wiley, 2016. 458 p.
- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.
- FOUST, A. S.; WENZEL, L. A.; CLUMP, C. W.; MAUS, L.; ANDERSEN, L. B. **Princípio das operações unitárias.** 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1982. 670 p.
- LADEIRA, T. M. S.; PENA, R. S. Propriedades físico-químicas e tecnológicas dos polvilhos azedos de três cultivares de mandioca. **Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 4, p. 631-640, 2011.

LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Extração da fécula retida no resíduo fibroso do processo de produção de fécula de mandioca. **Food Science and Technology**, v. 20, n. 1, p. 122-127, 2000.

MERRILL, A. L.; WATT, B. K. **Energy value of foods: basis and derivation**. Washington, D.C.: Agricultural Research Service, 1973. 105 p. (Agriculture Handbook, 74). Disponível em: <https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/80400525/Data/Classics/ah74.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2022.

MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. Rentabilidade do processamento de tapioca na forma de tabletes e peneirada. In: ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. (ed.). **Mandioca: agregação de valor e rentabilidade de negócios**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 79-90.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2021. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 11 fev. 2022.

RUTHVEN, D. M. **Principles of adsorption and adsorption process**. New York: J. Wiley, 1984. 433 p.

SILVA, P. A.; CUNHA, R. B.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. Caracterização de farinhas de tapioca produzidas no estado do Pará. **Ciência Rural**, v. 43, n. 1, p. 185-191, 2013.

SILVA, P. A.; OLIVEIRA, I. V.; AGUIAR, R. O.; CRUZ, W. P.; MARTINS, L. H. S.; CARVALHO, F. I. M.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. Desenvolvimento e caracterização de farinha de tapioca obtida a partir de féculas de mandiocas cultivadas no Nordeste do Pará. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 42264-42281, 2020.

TABELA Brasileira de composição de alimentos. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161 p.



Amazônia Oriental

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

CGPE 017484