

Efeitos das adequações tecnológicas na qualidade das farinhas da agricultura familiar

Effects of technological adaptations on the quality of flour from family farming

Efectos de las adaptaciones tecnológicas en la calidad de la harina de la agricultura familiar

DOI: 10.54033/cadpedv22n9-

Originals received: 6/2/2025

Acceptance for publication: 6/20/2025

Laura Figueiredo Abreu

Doutora em Tecnologia de Alimentos

Instituição: Embrapa Amazônia Oriental

Endereço: Belém, Pará, Brasil

E-mail: laura.abreu@embrapa.br

Maria de Nazaré Reis Ghirardi

Graduada em Engenharia Agrônômica

Instituição: Rede Bragantina de Economia Solidária Artes e Sabores

Endereço: Santa Luzia do Pará, Pará, Brasil

E-mail: navighi@gmail.com

Nádia Elígia Nunes Pinto Paracampo

Doutora em Química Analítica

Instituição: Embrapa Amazônia Oriental

Endereço: Belém, Pará, Brasil

E-mail: nadia.paracampo@embrapa.br

Alessandra Ferraiolo de Freitas

Doutora em Engenharia Química

Instituição: Embrapa Arroz e Feijão

Endereço: Goiânia, Goiás, Brasil

E-mail: alessandra.ferraiolo@embrapa.br

Giovanna do Carmo Oliveira

Graduada em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Endereço: Belém, Pará, Brasil

E-mail: giovanna.carmo@gmail.com

Cecylia Carolina Santos da Silva Souza

Graduada em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)
Endereço: Belém, Pará, Brasil
E-mail: cecyliacarolinassilva@gmail.com

Helena da Silva Parente

Graduada em Engenharia de Alimentos
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)
Endereço: Belém, Pará, Brasil
E-mail: helenaspimente@gmail.com

RESUMO

O trabalho traz resultados da avaliação da qualidade de farinhas alimentícias produzidas artesanalmente, antes e após adequações tecnológicas no processo. Tais adequações foram decorrentes de demandas de uma rede de agricultoras e agricultores familiares do nordeste paraense, através de sua agroindústria familiar. Ajustes de processo, ambientes e utensílios e a realização de oficinas de capacitação concentraram-se na mitigação de alguns problemas observados durante a produção das farinhas de frutos de banana e pupunha e das raízes de araruta e cará branco, e no desenvolvimento das farinhas de tucumã e cará roxo. Foram produzidos lotes experimentais de farinhas, antes e depois das adequações, e analisados quanto às suas características físicas, físico-químicas, macroscópicas, microscópicas e microbiológicas. As etapas de descascamento e fatiamento influenciaram na composição das farinhas com variações significativas no teor de cinzas, fibras e proteínas. A granulometria de metade das farinhas ficou mais uniforme, contudo, nenhuma atendeu à legislação, indicando que as etapas de trituração e peneiramento precisam de maiores ajustes. As adequações de fluxo de processo e infraestrutura indicaram efeitos positivos com redução significativa ou manutenção dos baixos níveis de sujidades e matérias estranhas, contudo, com aumento de fragmentos de plástico. Antes das adequações, as farinhas atenderam aos limites da legislação para presença de microrganismos patogênicos. A contaminação observada em relação aos demais microrganismos (bactérias mesófilas, coliformes, bolores e leveduras) indicam dificuldades dos manipuladores na etapa de acondicionamento, por conta da mudança do tipo de embalagem.

Palavras-chave: Farinhas alimentícias artesanais. Agroindústria familiar. Qualidade físico-química e microbiológica. Produção sustentável. Rede Bragantina de Economia Solidária Artes e Sabores. Rede Quirera.

ABSTRACT

This study presents results from the quality assessment of artisanally produced food flours, before and after technological improvements in the production process. These improvements were implemented in response to demands from a network of family farmers in northeastern Pará, Brazil, through their family-run

agroindustry. Process adjustments, improvements to facilities and utensils, and training workshops focused on mitigating specific issues observed during the production of flours from banana and peach palm fruits, as well as arrowroot and white yam roots, and on the development of flours from tucumã and purple yam. Experimental batches of flours were produced before and after the improvements and analyzed for their physical, physicochemical, macroscopic, microscopic, and microbiological characteristics. The peeling and slicing steps influenced flour composition, resulting in significant variations in ash, fiber, and protein content. The particle size distribution of half of the flours became more uniform; however, none met legal standards, indicating that grinding and sieving steps require further adjustments. Process flow and infrastructure improvements showed positive effects, with a significant reduction or maintenance of low levels of impurities and foreign matter, although there was an increase in plastic fragments. Before the improvements, the flours met legal limits for the presence of pathogenic microorganisms. However, contamination by other microorganisms (mesophilic bacteria, coliforms, molds, and yeasts) indicated challenges faced by handlers during the packaging stage, due to changes in the type of packaging used.

Keywords: Artisanal food flours. Family agroindustry. Physicochemical and microbiological quality. Sustainable production. Bragantina Network of Solidarity Economy. Arts. and Flavors. Quirera Network.

RESUMEN

El trabajo presenta resultados de la evaluación de la calidad de harinas alimenticias producidas artesanalmente, antes y después de adecuaciones tecnológicas en el proceso. Tales adecuaciones surgieron a partir de demandas de una red de agricultoras y agricultores familiares del noreste de Pará, a través de su agroindustria familiar. Los ajustes en el proceso, los ambientes y los utensilios, así como la realización de talleres de capacitación, se centraron en mitigar algunos problemas observados durante la producción de harinas de frutos de plátano y pupuña y de raíces de araruta y ñame blanco, así como en el desarrollo de harinas de tucumã y ñame morado. Se produjeron lotes experimentales de harinas antes y después de las adecuaciones, y se analizaron en cuanto a sus características físicas, fisicoquímicas, macroscópicas, microscópicas y microbiológicas. Las etapas de pelado y corte influyeron en la composición de las harinas, con variaciones significativas en el contenido de cenizas, fibras y proteínas. La granulometría de la mitad de las harinas se volvió más uniforme; sin embargo, ninguna cumplió con la legislación, lo que indica que las etapas de trituración y tamizado necesitan más ajustes. Las adecuaciones en el flujo del proceso y la infraestructura mostraron efectos positivos, con una reducción significativa o el mantenimiento de bajos niveles de suciedad y materias extrañas, aunque con un aumento de fragmentos de plástico. Antes de las adecuaciones, las harinas cumplían con los límites legales para la presencia de microorganismos patógenos. La contaminación observada con respecto a otros microorganismos (bacterias mesófilas, coliformes, mohos y levaduras) indica dificultades de los manipuladores en la etapa de envasado, debido al cambio en el tipo de embalaje.

Palabras clave: Harinas alimenticias artesanales. Agroindustria familiar. Calidad fisicoquímica y microbiológica. Producción sostenible. Rede Bragantina de Economía Solidaria Artes y Sabores. Rede Quirera.

1 INTRODUÇÃO

Um grupo de agricultoras e agricultores familiares do nordeste paraense, organizado em uma rede de empreendimentos associativos – Rede Bragantina de Economia Solidária Artes e Sabores, produz e vende vegetais tanto na forma *in natura* quanto processados artesanalmente. No entanto, com frequente dificuldade de armazenamento da produção. A inexperiência na conservação desses produtos limitou a sua capacidade de participação em programas institucionais como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE).

Essas dificuldades não são exclusivas da agricultura familiar brasileira, ocorrem em todo mundo, resultando em perdas significativas na pós-colheita. Na América Latina, por exemplo, são registradas as maiores perdas relacionadas a frutas, hortaliças, raízes, tubérculos e leguminosas (Kummu *et al.*, 2012; Stathers *et al.*, 2020). Isso evidencia a necessidade urgente de melhores métodos de conservação e beneficiamento dos excedentes de produção no campo.

Diante desse cenário, o grupo, por meio de sua agroindústria familiar, decidiu produzir farinhas artesanais à base de frutas e raízes, visando a elaboração de alimentos como mingaus e produtos de panificação.

Essas farinhas apresentam um bom apelo comercial e nutricional, especialmente com o aumento da demanda por alimentos sem glúten, que atendem aos consumidores portadores da doença celíaca. As pessoas intolerantes ao glúten, proveniente de cereais como trigo, cevada e centeio, enfrentam reações inflamatórias no intestino delgado que resultam em má absorção intestinal de um grupo de proteínas denominado de prolaminas, que se tornam tóxicas para esse grupo. O único tratamento possível é a eliminação dessas proteínas da dieta. Embora as substituições mais comuns do trigo sejam

feitas com farinha de arroz e outros amidos, isso muitas vezes resulta em uma dieta deficiente em fibras. Portanto, recomenda-se a complementação com fibras provenientes de pseudo-cereais, cereais sem glúten (integrais ou não), frutas, vegetais, legumes e leguminosas, além de outras fontes alternativas como raízes e nozes disponíveis na produção local (Wang *et al.*, 2017; Arslana *et al.*, 2019).

Embora a produção de farinhas artesanais utilize uma tecnologia relativamente simples de desidratação das fontes vegetais, o grupo de agricultores começou a enfrentar problemas durante a produção e com a vida-útil das farinhas, o que demanda intervenções tecnológicas.

Assim surge a Rede Quirera, com a adoção de um modelo de inovação aberta, no qual a Rede Bragantina de forma coparticipativa com a Embrapa, iniciaram experimentos voltados ao desenvolvimento e à adequação do processamento de farinhas provenientes de frutas e raízes disponíveis nas áreas dos agricultores associados.

A presença de não-conformidades em uma agroindústria pode levar à produção de alimentos inadequados para o consumo, representando perigos físicos, químicos e biológicos para os consumidores. Dessa forma, são necessárias intervenções que podem incluir desde a adequação dos espaços físicos e a reorganização de fluxos de processos até a substituição de utensílios e equipamentos, além da realização de treinamentos e capacitações para os trabalhadores (Nascimento Neto *et al.*, 2016).

Segundo a definição da Anvisa, as boas práticas de fabricação (BPF) abrangem um conjunto de medidas simples, que devem ser adotadas pelas indústrias de alimentos, a fim de garantir a qualidade sanitária e a conformidade dos produtos com os regulamentos técnicos. Essas práticas consistem em: manipulação, armazenamento e transporte de insumos, matérias-primas, embalagens e produtos finais, além da utilização e operação de equipamentos, utensílios e instalações, desenho e disposição das plantas de processamento, fluxo de produtos, abastecimento e qualidade da água, utilidades, práticas de higiene e sanitização, manutenção da planta e equipamentos e registros. A adoção das BPF permite alcançar níveis adequados de segurança alimentar, contribuindo significativamente para a garantia da qualidade do produto final.

Além de reduzir riscos, as BPF promovem um ambiente de trabalho mais eficiente, otimizando todo o processo de produção. Elas são essenciais para controlar possíveis fontes de contaminação cruzada e garantir que o produto atenda às especificações de identidade e qualidade (Torrezan *et al.*, 2017).

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de adequações tecnológicas realizadas, de forma coparticipativa, sobre as características físicas, físico-químicas e microbiológicas, além da presença de sujidades e matérias estranhas nas farinhas artesanais, produzidas por um grupo de agricultoras e agricultores familiares do nordeste paraense.

2 METODOLOGIA

2.1 AMBIENTE DE ESTUDO

As atividades para adequação do processamento de farinhas artesanais ocorreram nas instalações de uma agroindústria vinculada a uma das associações da rede de agricultoras e agricultores em Santa Luzia do Pará, na região nordeste do estado. Além de farinhas, a agroindústria elabora uma variedade de produtos alimentícios. Frequentemente, conta com a colaboração de dois a cinco manipuladores de alimentos da comunidade, que se revezam conforme a rotina e a demanda. Todas as decisões quanto à seleção de matérias-primas e produtos, adequações tecnológicas e treinamentos, foram tomadas de forma colaborativa por meio de reuniões e assembleias com os responsáveis técnicos da instituição de pesquisa, da associação e representantes dos agricultores familiares envolvidos.

2.2 PROCESSO DE OBTENÇÃO DAS FARINHAS, ADEQUAÇÕES E OFICINAS

Foram selecionados os processamentos de farinha de cará branco, cará roxo, araruta, banana, pupunha e tucumã, para acompanhar o fluxo atual do processo, realizar adequações e coletar amostras. Utilizou-se 10 kg de matéria

prima de cada espécie vegetal em ambos os processamentos. As adequações descritas no Quadro 1 foram identificadas pela equipe técnica da Embrapa, com o auxílio de um *check list* de não conformidades da Anvisa. Essas medidas foram decididas e executadas conforme as necessidades observadas em cada etapa do processo, e acordado com os agricultores familiares. As adequações não têm apenas a função de resolver as não conformidades, mas também de aumentar a eficiência e reduzir o desgaste físico dos manipuladores durante o processamento.

Duas oficinas foram ministradas, tanto no ambiente da agroindústria familiar em Santa Luzia (PA) quanto na planta de processamento do Laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental em Belém (PA). Nelas, foram abordados os conceitos de boas práticas de higiene (BPH) e boas práticas de fabricação (BPF), além de práticas de higienização de ambientes, manipuladores e elaboração de farinhas.

Quadro 1. Principais adequações implementadas nos processamentos de farinhas artesanais da agroindústria familiar.

Tipo de adequação	O que foi feito	Característica/Descrição
Aplicação dos conceitos de BPH e BPF	Realização de oficinas práticas na agroindústria local e na planta de processamento de uma instituição de pesquisa.	Produção de solução de hipoclorito para a sanitização de matérias primas e ambientes. Uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs*) e higienização de mãos. Realização da higienização do ambiente.
Adaptação do ambiente de processamento	Ajuste do ambiente para garantir a adequada higienização e o fluxo do processo.	Revestimento do piso; Instalação de forro de PVC; Uso de divisórias para ambientes; Adequação do banheiro para os manipuladores; Instalação de sistema de esgoto para águas residuais.
Adequações no processamento	Adequação, substituição e adição de equipamentos e utensílios para o processamento.	Inserção de descascador com lâmina móvel e cortador de batata palito; Adequação do secador solar; Confecção de secador elétrico e de bandejas para secagem em alumínio e tela PEAD**.
Adequação das embalagens	Substituição das embalagens por opções de menor custo e fácil aquisição.	Substituição de potes plásticos por embalagens multicamada tipo <i>Stand up zip lock</i> .

*EPIs: toucas, máscaras, luvas, aventais, botas. **PEAD – polietileno de alta densidade.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

2.3 ANÁLISES DO CONTROLE DE QUALIDADE E DE PROCESSO

Foram realizadas análises físicas, físico-químicas, de sujidades e matérias estranhas e microbiológicas em cinco unidades amostrais de 100 g de cada farinha, coletadas antes e depois das principais adequações tecnológicas descritas no Quadro 1.

2.3.1 Análises Físicas e Físico-Químicas

A granulometria foi determinada de acordo com o método de peneiramento para farinha de trigo, do Laboratório de Análises para Classificação Vegetal do Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA (Severo *et al.*, 2014).

Os teores de umidade, cinzas, lipídeos, proteínas e fibras foram determinados conforme os métodos da Association of Official Analytical Chemists (2011). O teor de amido foi analisado no Centro de Raízes e Amidos Tropicais (CERAT) da Universidade Estadual Paulista – Campus de Botucatu, São Paulo. A fração de carboidratos foi calculada como a diferença entre cem e a soma das frações de umidade, cinzas, lipídeos e proteínas (Tabela [...], 2011).

2.3.2 Análises de Sujidades e Matérias Estranhas de Farinhas Alimentícias

Para a determinação de sujidades e matérias estranhas em nível macroscópico, 200 g ($\pm 0,01$) de cada farinha foram colocados em recipiente de vidro e analisadas a olho nu. A análise microscópica foi realizada em triplicata e conduzida de acordo com a metodologia número 965.39 B (hidrólise ácida) da Association of Official Analytical Chemists (2011). As matérias estranhas, se encontradas, são analisadas em estereomicroscópio com zoom de 4,4:1, iluminação LED integrada e câmera digital de 3 MP (Leica, modelo EZ4 D, Suíça).

Devido à falta de legislação específica para as farinhas em questão, os resultados das análises granulométricas, bem como de sujidades e matérias

estranhas, foram comparados aos limites de tolerância estabelecidos pela Instrução Normativa (IN) Nº 8 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) Nº 14 da ANVISA. A IN estabelece o regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo (Brasil, 2005), enquanto que a RDC aborda matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos e bebidas, definindo seus limites de tolerância (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2014).

2.3.3 Análises Microbiológicas

Antes e depois das principais adequações descritas no Quadro 1, foram realizadas contagens de microrganismos indicadores de contaminação do processo como coliformes totais, coliformes termotolerantes, bactérias mesófilas, bolores e leveduras.

Os resultados foram obtidos e analisados por unidade amostral e apresentados com base na diferença estatística das médias de cinco repetições.

Como os processos ainda estão em fase de ajustes, os microrganismos exigidos pela legislação vigente, RDC 161/2022 (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2022), foram avaliados somente nas amostras coletadas antes das adequações tecnológicas preliminares, a fim de verificar a qualidade sanitária inicial.

Devido à heterogeneidade das matérias-primas, foram utilizados os padrões microbiológicos das categorias 1 (frutas e derivados) e 2 (hortaliças, raízes, tubérculos e fungos comestíveis), que estabelecem critérios para *Salmonella*, *Escherichia coli*, bolores e leveduras. Além disso, foi considerada a categoria 3 (cereais, farinhas, massas alimentícias e produtos de panificação), que define padrões para *Salmonella*, *Escherichia coli* e *Bacillus cereus*.

As análises de *Salmonella*, *Escherichia coli* e *Bacillus cereus* foram realizadas em laboratório credenciado (Multianálises-Belém/PA), utilizando uma amostra obtida a partir da composição de cinco unidades amostrais de 100 g de cada uma das farinhas.

2.3.4 Análise Estatística

Os resultados da composição centesimal de umidade, cinzas, fibras, proteínas e amido das farinhas, foram inicialmente submetidos ao Teste de Grubbs para identificar a presença de valores extremos no conjunto de dados. Em seguida, foram aplicados os testes de Kolmogorov-Smirnov e de Levene para examinar, respectivamente, a normalidade e a igualdade de variâncias dos dados. Para comparação de médias, usou-se o teste de Tukey para dados com distribuição normal e homocedasticidade, enquanto o teste de Mann-Whitney foi aplicado aos dados não-paramétricos. O nível de significância (p-valor) adotado em todos os testes foi $p \leq 0,05$. Os cálculos foram realizados com os softwares Excel® 2010 (Microsoft, WA, USA) e Minitab® 19 (Minitab Statistical Software, PA, USA).

Os valores de contagem dos microrganismos, organizados em grupo de antes e depois das adequações, foram inicialmente avaliados quanto à normalidade da distribuição por meio do teste Kolmogorov-Smirnov, onde valores de p significativos ($< 0,05$) indicam a falta de normalidade. A diferença múltipla entre médias foi analisada utilizando os testes de Tukey para os dados paramétricos e de Mann-Whitney, para dados não-paramétricos. Utilizou-se o software Statistica 12 (Statsoft, OK, USA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ANÁLISES FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS

Na Tabela 1, estão apresentados os resultados da análise granulométrica das farinhas de araruta, cará branco, cará roxo, banana, tucumã e pupunha, coletadas antes e depois das adequações tecnológicas.

Tabela 1. Granulometria das farinhas antes e depois de adequações tecnológicas.

Tamanho de partícula (TP)	Araruta	Cará branco	Cará roxo	Banana	Tucumã	Pupunha
Antes (%)						
TP > 0,6 mm	2	1	1	20	43	80
0,45 mm < TP < 0,60 mm	43	9	12	12	37	13
0,25 mm < TP < 0,45 mm	46	20	23	25	15	4
TP < 0,25 mm	9	70	64	43	5	3
Depois (%)						
TP > 0,6 mm	3	1	1	11	88	69
0,45 mm < TP < 0,60 mm	8	10	10	15	10	26
0,25 mm < TP < 0,45 mm	54	22	21	30	2	4
TP < 0,25 mm	35	67	68	44	0	1

Fonte: Elaborado pelas autoras.

De acordo com a IN 8/2005 (Brasil, 2005), pelo menos 95% do produto deve passar pela peneira com abertura de malha de 0,25 mm. Isso resulta em uma amostra predominantemente fina, o que garante maior uniformidade e melhor desempenho em diversas aplicações.

As farinhas de cará branco, tucumã e pupunha, apresentaram uma redução no percentual de partículas com tamanho inferior a 0,25 mm após as adequações, enquanto que as farinhas de araruta, cará roxo e banana pratinha mostraram um aumento.

No caso da farinha de araruta, o percentual de 9% de partículas com tamanho inferior a 0,25 mm, antes das adequações, resulta da absorção de umidade durante o armazenamento, o que dificultou sua tamização devido à formação de aglomerados. A redução no percentual da farinha de cará branco, após as adequações, pode ser atribuída a deficiências nas etapas de moagem e/ou peneiragem. Para as farinhas de tucumã e pupunha, a diminuição do percentual, também após as adequações, deve-se à presença de muitas fibras e a um elevado teor de óleo, o que dificulta tanto a moagem quanto a peneiragem.

De forma geral, nenhuma das farinhas atingiu 95% de partículas passando pela peneira de 0,25 mm. Entretanto, as farinhas de araruta, cará roxo e banana mostraram uma melhor uniformidade no tamanho de partícula, o que se refletiu também no seu aspecto físico.

Os resultados das análises de umidade, cinzas, lipídios, fibra, proteínas e amido, obtidas antes e depois das adequações tecnológicas, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização físico-química das farinhas coletadas antes e depois das adequações tecnológicas, calculada em base seca.

Farinha	Cinzas (%)	Extrato etéreo (%)	Fibras (%)	Proteínas (%)	Amido (%)
Araruta Antes	2,654±0,080 ^A	0,202±0,045 ^A	2,312±0,034	7,7±0,2 ^A	75,65±4,34 ^a
Araruta Depois	0,209±0,013 ^B	0,302±0,030 ^A	ND*	0,3±0,1 ^B	99,61±2,42 ^a
Banana Antes	4,965±0,089 ^A	2,064±0,056 ^A	7,622±0,116 ^A	5,0±0,2 ^A	46,10±1,15 ^b
Banana Depois	4,180±0,068 ^B	1,139±0,029 ^B	5,014±0,251 ^B	4,0±0,2 ^B	66,22±1,60 ^a
Cará branco Antes	2,930±0,055 ^B	0,427±0,022 ^A	1,741±0,090 ^A	3,7±0,2 ^B	70,52±1,81 ^B
Cará branco Depois	3,342±0,026 ^A	0,224±0,006 ^B	1,907±0,254 ^A	6,5±0,1 ^A	82,39±2,01 ^A
Cará roxo Antes	2,973±0,031 ^A	0,479±0,033 ^A	1,637±0,067 ^A	4,3±0,1 ^A	72,22±4,05 ^B
Cará roxo Depois	2,654±0,100 ^B	0,386±0,021 ^B	1,399±0,040 ^B	3,5±0,2 ^B	80,11±3,91 ^A
Pupunha Antes	1,199±0,003 ^B	7,013±0,262 ^B	5,859±0,077 ^B	4,9±0,2 ^B	73,54±0,66 ^a
Pupunha Depois	2,095±0,026 ^A	19,292±0,071 ^A	6,790±0,387 ^A	6,4±0,3 ^A	61,64±3,75 ^b
Tucumã Antes	3,126±0,081 ^A	28,396±0,888 ^A	18,209±0,316 ^A	5,4±0,1 ^A	39,08±0,61 ^A
Tucumã Depois	3,152±0,060 ^A	27,798±1,243 ^A	15,120±0,011 ^B	5,2±0,0 ^B	23,27±0,93 ^B

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas, referentes a cada farinha, não apresentam diferença estatística pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias seguidas por letras minúsculas iguais, referentes a cada farinha, não diferem estatisticamente pelo Teste de Mann-Whitney com nível de confiança de 95%.

*ND: não detectado.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Todas as farinhas apresentaram teor de umidade dentro do recomendado para farinhas alimentícias, que é abaixo de 14%.

Observou-se que a farinha de araruta apresentou diferença em relação aos teores de cinzas, fibras e proteínas, que tiveram redução significativa. Esse resultado pode indicar a ocorrência de uma melhoria no processo de eliminação

das fibras na ocasião do peneiramento. Contudo, em relação ao teor de proteínas pode ter ocorrido a influência de diversos fatores como edafoclimáticos e genéticos.

A farinha de banana mostrou uma redução significativa em todos os componentes após as adequações tecnológicas. Essa diferença pode ser atribuída às variações de banana utilizadas, provenientes de diferentes épocas de colheita.

A farinha de cará branco apresentou um aumento significativo na sua composição em termos de cinzas e proteínas; e diminuição em relação aos lipídios. Mantendo o mesmo teor para fibras.

A farinha de cará roxo apresentou redução significativa de todos os seus componentes. A etapa de descascamento foi uma das etapas que teve modificação, com a adoção de descascador de lâmina móvel, proporcionando um descascamento mais eficiente.

A farinha de pupunha apresentou aumento significativo em relação a todos os parâmetros, após as adequações.

A farinha de tucumã apresentou diminuição significativa nos teores de fibras e proteínas, mantendo o mesmo teor nos demais parâmetros anteriores às adequações tecnológicas.

Em termos de composição, as farinhas de banana, cará roxo e pupunha apresentaram alteração em todos os componentes, porém, dessas, somente a de cará roxo mostrou valores menores para todos os parâmetros após as adequações. As farinhas de araruta e tucumã tiveram redução significativa no teor, principalmente, de fibras e proteínas. Enquanto a farinha de cará branco apresentou aumento no teor cinzas e proteínas. Algumas variações podem ser explicadas principalmente pela forma de descascamento, no caso das raízes de cará. Outras pela forma de fatiamento, e outras pelo diferente período de coleta da matéria prima.

Em relação aos resultados dos teores de amido, com exceção da farinha de araruta, todas as outras apresentaram diferenças estatísticas no teor de amido, antes e depois das adequações. As farinhas de banana, cará branco e

cará roxo tiveram seus teores aumentados, enquanto que as farinhas de pupunha e tucumã mostraram redução nos teores.

3.2 ANÁLISES DE SUJIDADES E MATÉRIAS ESTRANHAS DE FARINHAS ALIMENTÍCIAS

Nas Tabelas 3 e 4, são apresentados os resultados da análise de sujidades e matérias estranhas nas farinhas coletadas antes e depois das adequações tecnológicas.

Tabela 3. Sujidades e matérias estranhas nas farinhas coletadas antes e depois de adequações tecnológicas de processamento.

Farinha	Coleta	Ácaro	Cabelo/ pelo humano	Fibras	Fragmentos de insetos
Araruta	Antes	-	-	8	12
	Depois	-	-	14	27
Banana	Antes	-	-	-	1
	Depois	-	-	17	20
Cará Branco	Antes	-	-	16	8
	Depois	-	-	42	8
Cará Roxo	Antes	-	1	7	1
	Depois	-	-	10	1
Pupunha	Antes	1	-	26	13
	Depois	-	-	16	-
Tucumã	Antes	-	-	23	3
	Depois	-	1	24	11

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Em relação à presença de ácaros, as farinhas mantiveram a mesma qualidade, exceto a farinha de pupunha, que apresentou uma redução. Segundo a RDC Nº 623/2022 (ANVISA, 2022), é permitido um máximo de cinco ácaros mortos em 50 g para alimentos em geral, e todas as farinhas atenderam a essa norma.

Quanto à presença de cabelo ou pelo humano, apenas duas farinhas apresentaram uma ocorrência. A farinha de cará roxo não apresentou nenhuma

dessas matérias estranhas depois das adequações, enquanto que na farinha de tucumã foi identificada a presença.

Já as fibras mostraram um aumento na ocorrência, exceto na farinha de pupunha que apresentou uma redução.

Tabela 4. Sujidades e matérias estranhas nas farinhas coletadas antes e depois de adequações tecnológicas de processamento (Continuação).

Farinha	Coleta	Larva	Pelo de roedor	Plástico
Araruta	Antes	-	-	-
	Depois	-	-	7
Banana	Antes	-	-	1
	Depois	-	1	8
Cará Branco	Antes	-	-	2
	Depois	-	-	22
Cará Roxo	Antes	-	43	-
	Depois	-	-	9
Pupunha	Antes	-	-	1
	Depois	-	-	5
Tucumã	Antes	1	-	-
	Depois	-	2	2

Fonte: Elaborado pelas autoras.

As farinhas de araruta, banana e tucumã tiveram um aumento da contagem de fragmentos de insetos. As farinhas de cará branco e cará roxo mantiveram a mesma contagem, enquanto a farinha de pupunha não apresentou qualquer fragmento depois das adequações. No entanto, todas as farinhas encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela RDC Nº 623/2022 (ANVISA, 2022), que define os limites de tolerância para fragmentos de insetos indicativos de falhas nas Boas Práticas* (não considerados indicativos de risco) em 75 unidades para 50 g de farinha de trigo e 50 unidades para 50 g para farinha de milho e fubá.

A presença de larvas foi detectada apenas na farinha de tucumã antes das adequações. Foram encontrados pelos de roedores na farinha de cará roxo antes das adequações, com total eliminação após a adoção das BPF. Por outro lado, a quantidade de fragmentos de plástico aumentou em todas as farinhas.

De modo geral, fibras, fragmentos de insetos e plásticos foram as matérias estranhas mais encontradas, mas todas permaneceram dentro dos limites estabelecidos pela legislação.

3.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados da avaliação de contaminação microbiológica das farinhas obtidas antes e depois de adequações.

Tabela 5. Comparação entre médias da contagem de microrganismos do grupo dos Coliformes totais (C. Totais), coliformes à 45°C (C. 45°C), bactérias mesófilas (B. meso), bolores e leveduras (BL), nas farinhas coletadas antes e depois das adequações tecnológicas.

Farinha	Coleta	C. Totais (NMP/g)	C. 45°C (NMP/g)	B. meso (UFC/g)	BL (UFC/g)
Araruta	Antes	3,40.10 ⁰ a	3,00.10 ⁰ a	5,26.10 ⁴ a	2,61.10 ⁴ B
	Depois	2,80.10 ² b	2,80.10 ² b	1,62.10 ⁵ b	1,67.10 ⁴ B
Banana	Antes	9,16.10 ¹ A	3,80.10 ⁰ a	2,17.10 ³ a	1,23.10 ³ A
	Depois	2,40.10 ³ B	2,40.10 ³ b	4,18.10 ⁶ b	8,76.10 ² A
Cará branco	Antes	2,40.10 ³ b	3,00.10 ⁰ a	1,45.10 ⁷ a	9,71.10 ³ A
	Depois	4,84.10 ² a	7,08.10 ² b	5,60.10 ⁶ a	1,30.10 ⁴ A
Cará roxo	Antes	2,40.10 ³ b	1,18.10 ¹ a	1,20.10 ⁵ A	1,19.10 ³ A
	Depois	5,60.10 ⁰ a	2,29.10 ² a	2,18.10 ⁶ B	5,50.10 ³ A
Pupunha	Antes	5,60.10 ⁰ a	4,00.10 ⁰ a	2,69.10 ⁴ a	7,57.10 ³ b
	Depois	3,00.10 ⁰ a	3,00.10 ⁰ a	9,14.10 ⁵ b	2,70.10 ¹ a
Tucumã	Antes	3,00.10 ⁰ a	3,00.10 ⁰ a	1,53.10 ² a	8,88.10 ² a
	Depois	2,74.10 ² b	3,36.10 ¹ a	5,03.10 ⁴ b	6,82.10 ³ a

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas, referentes a cada farinha, não apresentam diferença estatística pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas por letras minúsculas iguais, referentes a cada farinha, não diferem estatisticamente pelo Teste de Mann-Whitney com nível de confiança de 95%. Média de cinco embalagens.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Após as adequações tecnológicas aplicadas, ambas as farinhas de araruta e banana apresentaram aumento significativo nas contagens de coliformes totais e termotolerantes e de bactérias mesófilas. Contudo, em relação às contagens de bolores e leveduras, a farinha de araruta apresentou

redução de contaminação, enquanto a de banana manteve o mesmo nível de contaminação.

A farinha de cará branco apresentou redução significativa de contaminação em relação aos coliformes totais, apresentando, contudo, aumento significativo em relação aos coliformes termotolerantes. Entretanto, manteve o mesmo nível de contaminação em relação às bactérias mesófilas, bolores e leveduras.

Da mesma forma, houve redução significativa do nível de contaminação da farinha de cará roxo em relação aos coliformes totais, não apresentando alteração significativa em relação aos coliformes termotolerantes e nem bolores e leveduras. Apresentando aumento significativo somente em relação às bactérias mesófilas, na ordem de 10^1 UFC/g.

A farinha de pupunha não apresentou variação significativa nos níveis de contaminação por coliformes totais e termotolerantes. Apresentou, contudo, aumento na contaminação de bactérias mesófilas e redução significativa em relação aos bolores e leveduras.

Finalmente, a farinha de tucumã apresentou aumento significativo nos níveis de contaminação de coliformes totais e bactérias mesófilas, mantendo os mesmos níveis em relação aos coliformes termotolerantes, bolores e leveduras.

O grupo dos coliformes totais inclui as bactérias em forma de bastonete gram negativas, não esporogênicas, aeróbios ou anaeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás em 24 a 48 horas à 35°C. A diferença das termotolerantes é que essas fermentam a lactose somente à 45°C. Os coliformes totais abrangem tanto bactérias entéricas ou não, ou seja, provenientes do trato gastrointestinal. Enquanto os termotolerantes são estritamente entéricos, mais especificamente o gênero *Escherichia*. A determinação direta de *E. coli* é a mais representativa da possível contaminação por trato intestinal (Silva *et al.*, 2001).

A análise de bactérias mesófilas, bolores e leveduras abrange a detecção desses grandes grupos microbianos incluindo aeróbios psicrotrófilos, clostridiuns sulfito redutores e espécies como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* e *Clostridium perfringens*, por exemplo (Silva *et al.*, 2001).

Todas as amostras analisadas antes das adequações apresentaram ausência dos microrganismos *Salmonella*/25g, *Bacillus cereus* presuntivo/g e *Escherichia coli*/g. Como algumas contagens foram maiores que as iniciais, foi reservado o envio de novas amostras para o laboratório terceirizado após novas adequações, ou detecção prévia da redução das contaminações.

As intervenções realizadas trouxeram de certa forma maior celeridade ao processamento, o que pode ter contribuído para o aumento das contagens dos coliformes e bactérias em algumas amostras. Bem como, a necessidade de maior tempo de adaptação dos manipuladores.

É importante ressaltar a falta de uniformidade do nível de contaminação das unidades amostrais das farinhas (embalagem de 100 g). Tal fato, pode indicar que a contaminação medida após as adequações também pode estar relacionada à etapa de embalagem do produto, considerando que na mesma amostra é possível ter unidades variando de > 3 UFC/g a 10^3 UFC/g.

A embalagem tipo pote plástico foi substituída por embalagem tipo *stand up zip lock*, o que pode ter ocasionado alguma dificuldade de manuseio durante a etapa de acondicionamento.

Finalmente, considerando que pela IN 161/2022 (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2022), apenas as categorias 1 (frutas e derivados) e 2 (hortaliças, raízes, tubérculos, fungos comestíveis) incluem a contagem de bolores e leveduras, as farinhas em geral não apresentaram aumento da contaminação, com as intervenções realizadas. Contudo, as farinhas de cará branco pós adequação e as farinhas de araruta, antes e depois das adequações, apresentaram valores da ordem de 10^4 UFC/g, que é o limite estabelecido pela referida instrução normativa.

Alguns estudos já debatem sobre a rigidez dos padrões sanitários industriais utilizados para avaliar alimentos artesanais, que podem inviabilizar a produção das agroindústrias familiares, com custos elevados e eliminação da identidade tradicional desses alimentos. No entanto, isso ocorre pelo fato de regras internacionais, voltadas para grandes escalas e longas distâncias, passarem a referenciar legislações nacionais e a regular também mercados internos e de proximidade (Cintrão, 2017).

Nesse contexto, este caso de inovação aberta aplicado à produção de farinhas alimentícias está em plena consonância com a Lei 14.963, de 2024, que estabelece critérios para a identificação e valorização de produtos alimentícios artesanais de origem vegetal. Essa lei valoriza processos produtivos que preservam técnicas e conhecimentos tradicionais, ao mesmo tempo em que exige a adoção de boas práticas agrícolas e de fabricação para garantir a segurança e qualidade do alimento. O reconhecimento formal por meio dessa lei fortalece a economia local, preserva saberes culturais e estimula práticas sustentáveis, além de oportunizar que pequenas unidades processadoras acessem selos de qualidade mais ajustados às realidades de produtos artesanais e tradicionais.

4 CONCLUSÃO

Após a realização de adequações no processamento de farinhas, alguns parâmetros variaram significativamente e outros não, sem um padrão de comportamento definido. Metade das farinhas apresentaram maior uniformidade de granulometria pós adequações, contudo, sem atingir os níveis estabelecidos em norma, indicando necessidade de maiores ajustes na trituração e peneiramento. As diferenças observadas nos teores de cinzas, fibras, proteínas e amido indicam relação com as etapas de descascamento e fatiamento. Em relação à presença de sujidades e matérias estranhas, todas as farinhas permaneceram dentro dos limites da legislação, apresentando redução significativa em algumas, indicando efeitos positivos das adequações de estrutura do ambiente de processamento. As farinhas antes das adequações atenderam aos limites estabelecidos pela legislação para *Salmonella*/25g, *Bacillus cereus* presuntivo/g e *Escherichia coli*/g. Na média, a contaminação microbiológica por bactérias mesófilas e coliformes aumentou na maioria das farinhas, e manteve-se dentro do limite da legislação, em relação aos bolores e leveduras, com exceção de cará branco e araruta. Contudo, essas contaminações não são uniformes por unidade de amostra, sugerindo dificuldades na etapa de acondicionamento, proveniente da troca do tipo de

embalagem ou falhas na higienização de utensílios e ambiente. De uma maneira geral, cada um dos parâmetros medidos indica um tipo de efeito causado pela adequação do fluxo e do ambiente de processamento das farinhas.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária pelo financiamento que tornou possível a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC Nº 623, de 9 de março de 2022. Dispõe sobre os limites de tolerância para matérias estranhas em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade. **Diário Oficial da União**, 16 mar. 2022. Seção 1.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Instrução Normativa Nº 161, de 01 de Julho de 2022. Estabelece as listas de Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da União**, 6 Jul. 2022. Edição 126, Seção 1, p. 235.

ARSLANA, M.; RAKHAB, A.; XIAOBOA, Z.; MAHMOOD, M. A. Complimenting gluten free bakery products with dietary fiber: Opportunities and constraints. **Trends in Food Science & Technology**, v. 83, p. 194-202, 2019.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. Gaithersburg: AOAC International, 2011. 2590 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Washington, D.C., 1975. 1094 p.

BRASIL. Lei nº 14.963, de 5 de setembro de 2024. Dispõe sobre a identificação de produtos alimentícios artesanais de origem vegetal; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 6 set. 2024. Edição 173, Seção 1, p. 7.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 2 de junho de 2005. **Diário Oficial da União**, 27 jun. 2005. Seção 1, p. 4.

CINTRÃO, R. P. Segurança alimentar, riscos, escalas de produção - Desafios para a regulação sanitária. **Vigilância Sanitária Debate**, v. 5, n. 3, p. 3-13, 2017.

KUMMU, M.; MOEL, H.; PORKKA, M.; SIEBERT, S.; VARIS, O.; WARD, P. J. Lost food, wasted resources: global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland, and fertiliser use. **Science of the Total Environment**, v. 438, p. 477-489, 2012.

NASCIMENTO NETO, F.; ALVARENGA, A. L. B.; MACHADO, R. L. P.; DUTRA, A. S.; PARANHOS, M. R.; PINTO, M. S. V.; RODRIGUES, A. R. P. **Manual para internalização das boas práticas de fabricação em agroindústrias familiares**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2016. 48 p. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Documentos, 127).

SEVERO, M.; FONSECA, L.; PERIZZOLLO, N. L. **Determinação da granulometria em farinha de trigo: método de peneiramento**. [S.l.]: Lanagro-RS, 2014. 3 p.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 2. ed., rev. e ampl. São Paulo: Varela, 2001. xxiv, 317 p.

STATHERS, T.; HOLCROFT, D.; KITINOJA, L.; MVUMI, B. M.; ENGLISH, A.; OMOTILEWA, O.; KOCHER, M.; AULT, J.; TORERO, M. A scoping review of interventions for crop postharvest loss reduction in sub-Saharan Africa and South Asia. **Nature Sustainability**, v. 3, p. 821-835, 2020.

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

TORREZAN, R.; CASCELLI, S. M. F.; DINIZ, J. D. A. S. **Agroindústria familiar**: aspectos a serem considerados na sua implantação. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 51 p. (ABC da Agricultura Familiar, 42).

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for the microbiological examination of food**. 3th ed. Washington, DC: American Public Health Association, 1992. 1219 p.[L06]

WANG, K.; LU, F.; LI, Z.; ZHAO, L. HAN, C. Recent developments in gluten-free bread baking approaches: a review. **Food Science Technology**, v. 37, n. 1, p. 1-9, 2017.