



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

GUSTAVO COSTA DO NASCIMENTO

Do Roçado ao Processamento: tecnologias e extensão universitária

From Swidden to Processing: technologies and university extension

CAMPINAS

2023

GUSTAVO COSTA DO NASCIMENTO

Do Roçado ao Processamento: tecnologias e extensão universitária

From Swidden to Processing: technologies university extension

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos

Dissertation presented to the Faculty of Food Engineer of the University of Campinas in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master, in Food Technology

Supervisora/Orientadora: Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À
VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO
DEFENDIDA PELO ALUNO E
ORIENTADA PELA PROFA. DRA MARIA
TERESA PEDROSA SILVA CLERICI.

CAMPINAS

2023

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Engenharia de Alimentos
Claudia Aparecida Romano - CRB 8/5816

N17d Nascimento, Gustavo Costa do, 1995-
Do roçado ao processamento : tecnologias e extensão universitária /
Gustavo Costa do Nascimento. – Campinas, SP : [s.n.], 2023.

Orientador: Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade
de Engenharia de Alimentos.

1. Tubérculos. 2. *Dioscorea chondrocarpa*. 3. Secagem solar. 4. Extrusão
termoplástica. 5. Extensão Universitária. I. Clerici, Maria Teresa Pedrosa Silva.
II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de
Alimentos. III. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: From Swidden to Processing : technologies and university
extension

Palavras-chave em inglês:

Tubers

Dioscorea chondrocarpa

Solar drying

Thermoplastic extrusion

University Extension

Área de concentração: Tecnologia de Alimentos

Titulação: Mestre em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora:

Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici [Orientador]

Cristina Yoshie Takeiti

Bruno Martins Dala Paula

Data de defesa: 19-04-2023

Programa de Pós-Graduação: Tecnologia de Alimentos

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-1624-1621>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/868796887726789>

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici (Orientadora)
Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP
Presidente

Dra. Cristina Yoshie Takeiti
Embrapa Agroindústria de Alimentos
Titular

Dr. Bruno Martins Dala Paula
Universidade Federal de Alfenas
Titular

A Ata de Defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertações/Teses e na Secretaria do Programa de Pós-Graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço os seguintes órgãos que possibilitaram a realização desse trabalho: Capes (Processo nº 88887.605707/2021-00), pela bolsa de mestrado, CNPq e SAE-Unicamp, pelas bolsas de graduação das estudantes Cybele A. Hayashi, Maria Beatriz Ribeiro, Maria Luiza D. Casaro e Tabata D. D Gama e demais apoio financeiro da Faepex - 2679/21.

Principalmente, agradeço à Fundação Cargill, pelos recursos concedidos para o projeto de pesquisa e extensão: “Amidos e fibras ainda não comercializados” e ao município de Caapiranga (AM) pela recepção e confiança durante nosso contato.

Agradeço aos professores Pedro Henrique Campelo e Domingos R. Barros pelo apoio nos trabalhos realizados no Amazonas e pelos cultivos dos tubérculos que foram estudados nesse e outros trabalhos realizados.

Agradeço as(os) colegas de trabalho que incluem mestrandas(os), doutorandas(os), em especial Bruna L. Tagliapietra, Bruna G. Melo, Natali A. Brandão, Rebeca S. Reyes e Maria Cristina Ferrari, pela companhia nos trabalhos e diversos projetos e eventos que participamos e organizamos, a técnica Izilda F. Rodrigues e o técnico Nilo pelo apoio e auxílio diário no laboratório, e principalmente minha orientadora Maria Teresa pela parceria e confiança durante esse período.

Por fim, agradeço o apoio de minhas amigas, minha família Ana Lúcia, Antônio, Beatriz e Guilherme e minha companheira Caren Ellis, por estarem ao meu lado colhendo frutos desse trabalho.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

RESUMO

Os tubérculos e raízes no Brasil desempenham importantes papel na Soberania Alimentar do país, além de terem impacto na nutrição da população, podem ser processados, para diminuir seu desperdício, agregar valor, gerar renda e evidenciar sua importância sociocultural. Dentre eles, o foco está no cará-de-espinho (*Dioscorea chondrocarpa* Griseb.), um tubérculo que pode alcançar 150 kg ou mais, e mesmo que já seja consumido por comunidade tradicionais, ainda é pouco explorado na área da tecnologia de alimentos. Seu processamento em farinha foi possível quando seguidos os procedimentos de secagem por secadores elétrico, a gás ou solar, sendo a última, de simples reprodução e limpa. Sua farinha pode passar pelo processo de extrusão termoplástica, a fim de que suas propriedades sejam modificadas e assim, ampliadas suas aplicações em produtos alimentícios. Destaque-se aqui a necessidade de trabalhos acadêmicos estarem ligados a extensão universitária, quando são estudados alimentos nativos ou ligados às comunidades, sendo que para a tecnologia de alimentos uma das ferramentas possíveis é a Tecnologia Social. Esse trabalho teve como objetivo percorrer esse caminho: “do roçado”, levantando evidências da importância dos tubérculos no Brasil, com foco no cará-de-espinho, suas possibilidades de processamento e principais características; e “ao processamento”, indicando e estudando a secagem solar e a extrusão termoplástica como possíveis processamentos desse tubérculo. Objetiva-se também a sistematização e avaliação da experiência de produção de farinha na extensão universitária, que é um espaço capaz de criar um diálogo entre a universidade e os diferentes grupos sociais, para que juntos possam construir conhecimentos que favoreçam a inclusão social. Os tubérculos têm importante papel na cultura alimentar brasileira, sendo o cará-de-espinho é um alimento com características únicas de produção, consumo e de seu amido. A secagem solar é uma possível tecnologia a ser aplicada em vegetais e futuramente aos tubérculos. As farinhas de cará-de-espinho (com e sem casca) podem diferenciar-se nas propriedades e estas quando modificadas pela extrusão adquirem funções a serem aproveitadas na indústria de alimentos. Elas destacam-se pelas propriedades emulsificantes, de formação de espuma, de pasta e pela alta temperatura de gelatinização. No trabalho extensionista, o desenvolvimento da farinha de cará foi capaz de criar conhecimentos diferentes dos já dominados nas casas de farinha e tem potencialidade para incentivar a geração de

renda e conservação da cultura do cará em Caapiranga (AM). Por fim, tem-se que os tubérculos, como o cará-de-espinho, devem ser desenterrados dos roçados, colocando à luz suas características, propriedades e possíveis processamentos que podem ser benéficos à alimentação local e desenvolvimento social.

Palavras-chave: tubérculos, *Dioscorea chondrocarpa*, secagem solar, extrusão termoplástica, extensão universitária.

ABSTRACT

Tubers and roots in Brazil play an important role in the country's Food Sovereignty, besides impacting the nutrition of the population. They can be processed to reduce waste, add value, generate income, and highlight their socio-cultural importance. Among them, the focus is on the Thorn Yam (*Dioscorea chondrocarpa* Griseb.) a tuber that can weigh 150 kg or more. Although it is already consumed by traditional communities, it is still underexplored in the field of food technology. Its processing into flour was made possible by following the procedures of drying with electric, gas, or solar dryers, with the latter being a simple and clean method of reproduction. The flour can undergo the process of thermoplastic extrusion to modify its properties and thus expand its applications in food products. It is worth noting the need for academic work to be connected to university extension programs when studying native foods or those related to communities. For food technology, one of the possible tools is Social Technology. This work aimed to traverse this path: "from the Swidden", gathering evidence of the importance of tubers in Brazil, with a focus on Thorn Yam; and "to processing", indicating and studying solar drying and thermoplastic extrusion as possible processing methods. The objective is also to systematize and evaluate the experience of flour production in university extension, which is a space capable of creating dialogue between the university and different social groups, so that they can together build knowledge that promotes social inclusion. Tubers play an important role in Brazilian food culture, and the Thorn Yam is a food with unique characteristics in terms of production, consumption, and its starch. Solar drying is a good technology to be applied to vegetables and potentially to tubers in the future. Thorn Yam flours (with and without peel) can differ in their properties, and when modified by extrusion, they acquire functions that can be utilized in the food industry. They stand out for their emulsifying properties, foam formation, paste characteristics, and high gelatinization temperature. In the extension work, the development of yam flour was able to create knowledge different from what is already known in traditional flour houses and has the potential to encourage income generation and the preservation of yam culture in *Caapiranga* (AM, Brazil). Lastly, tubers like Thorn Yam should be unearthed from the swidden, shedding light on their characteristics, properties, and the processing methods that can be beneficial to local food and social development.

Keywords: tubers, *Dioscorea chondrocarpa*, solar drying, thermoplastic extrusion, university extension.

SUMÁRIO

· CAPÍTULO 1 ·	11
Introdução geral.....	12
· CAPÍTULO 2 ·	16
Tecnologia de Raízes e Tubérculos	17
· CAPÍTULO 3 ·	71
Processamento de novas farinhas.....	72
· CAPÍTULO 4 ·	85
Cará-de-espinho (<i>Dioscorea chondrocarpa</i> Griseb.): características físicas-químicas e de seu amido	86
· CAPÍTULO 5 ·	108
Tecnologia Social para o processamento de alimentos: avaliação, dimensionamento e aplicação	109
· CAPÍTULO 6 ·	133
Farinhas de cará-de-espinho (<i>Dioscorea chondrocarpa</i> Griseb.) e aplicações em extrusão termoplástica: caracterização e propriedades.....	134
· CAPÍTULO 7 ·	163
Caapiranga (AM): caminhos culturais e nutricionais do cará	163
· CAPÍTULO 8 ·	184
ANEXOS.....	185

· CAPÍTULO 1 ·

Introdução Geral

Este capítulo apresenta uma introdução geral sobre os temas abordados nos capítulos 2 ao 7, os objetivos da pesquisa e uma breve explicação sobre a organização da dissertação.

1. Introdução geral

As raízes e tubérculos são a base da alimentação em diversas regiões globais e no Brasil são importantes alimentos para Segurança Alimentar e Nutricional. Grande parte da produção dos tubérculos é limitada à subsistência e à venda na forma *in natura*. Porém, havendo o desenvolvimento de tecnologias, alimentos de baixo ou sem valor comercial, como os tubérculos, podem originar diferentes produtos prontos para o consumo ou de fácil preparo (NABESHIMA, 2022).

Para a agricultura familiar, o processamento dos tubérculos em farinhas pode ser uma alternativa viável, pois gera alimentos com maior tempo de prateleira, diminui-se as perdas, aumenta-se o valor agregado, e pode favorecer a manutenção de conhecimentos tradicionais.

Esse processamento em farinha pode ser realizado de forma tradicional (em casas de farinha e ao sol) ou industrial (em equipamentos de secagem), sendo que esse produto é passível de ser aplicado em receitas artesanais ou até mesmo em processos industriais.

Dentro os tubérculos, destaca-se aqui o cará-de-espinho (*Dioscorea chondrocarpa* Griseb.), que pode alcançar uma massa de aproximadamente 150 kg, dependendo de seu manejo (KINUPP e LORENZI 2020). Por ainda ser pouco explorado na indústria de alimentos, torna-se importante o reconhecimento de suas formas de cultivo e consumo, como também das características de seu amido e sua farinha.

Os alimentos nativos estão intimamente ligados ao território e comunidades tradicionais, sendo que uma das formas da universidade trabalhar com esses alimentos, junto com os diferentes grupos sociais é através da Tecnologia Social (TS), a qual pode apresentar potencialidades e limites.

A TS trata-se de um processo de desenvolvimento tecnológico que considera diversos aspectos diretos e indiretos da construção, uso e manutenção de uma tecnologia, a qual surge a partir e junto a um grupo social. A inclusão social e melhoria das condições de vidas são foco no processo de TS (ITS, 2004).

Uma tecnologia simples e limpa que pode ser sugerida em trabalhos de TS para o processamento de alimentos é a secagem solar. Ela é influenciada por diferentes condições ambientais, como temperatura, circulação de ar e umidade relativa, porém tem grande potencial no contexto da crise energética atual (DI DOMENICO, 2019). Antes da aplicação em tubérculos, que são alimentos com grande quantidade de água, pode-se também obter ingredientes e especiarias através de hortaliças, folhas e flores secas, que segundo Gomes (2012), podem ser enriquecedores de sabor, cor e nutrição em, por exemplo, produtos de panificação.

Uma tecnologia que pode ser aplicada às farinhas de tubérculos é a extrusão termoplástica, que levará ao cozimento das mesmas, modificando suas propriedades, que segundo Téllez-Morales et al. (2022), podem ser aumentadas ou diminuídas, a depender das modificações sofridas no amido, proteínas, fibras e suas interações. Para o cará-de-espinho, ainda não existem trabalhos relacionados à obtenção de farinhas pré-gelatinizadas.

A fim de entender melhor as relações socioculturais e tecnológicas acerca dos tubérculos, faz-se necessário a busca de trabalhos acadêmicos que incluam a extensão universitária. A partir da sistematização de experiências (HOLLIDAY, 2006) pode-se avaliar os trabalhos de extensão universitária, melhorando assim a interação entre pesquisa e extensão.

2. OBJETIVOS

1. Objetivo geral

Conhecer e ampliar a trajetória dos tubérculos, como o cará-de-espinho, desde o roçado ao seu processamento.

2. Objetivos específicos

- Realizar uma contextualização sobre os tubérculos, o processamento em farinha e sobre o cará-de-espinho.

- Obter e avaliar as características físico-químicas e tecnológicas do amido e farinhas de cará-de-espinho;
- Evidenciar a possibilidade de processamento via secagem solar;
- Obter e avaliar as características tecnológicas de produtos obtidos via extrusão termoplástica.
- Sistematizar e avaliar o trabalho de extensão universitária relacionada ao processamento de tubérculos.

3. ORGANIZAÇÃO

Os capítulos 2 e 3 tratam de revisões sobre tubérculos e seu processamento em farinha, evidenciando suas relações socioambientais, ambientais e culturais, além de sua possibilidade de transformação em produtos alimentícios.

No capítulo 4 estão apresentadas as características do cará-de-espinho e de seu amido.

Os capítulos 5 e 6 têm o foco em dois tipos de processamentos, o primeiro evidenciou a secagem solar de vegetais como possível processo a ser aplicado futuramente em tubérculos e o segundo foi focado na extrusão termoplástica de farinhas de cará-de-espinho.

O capítulo 7 encerra a discussão com o trabalho extensão vinculado a essa dissertação, nele são levantados pontos que se relacionam as pessoas que cultivam e comercializam carás.

4. REFERÊNCIAS

- DI DOMENICO, A. L. Estudo da capacidade produtiva e viabilidade econômica de diferentes modelos de secadores solares para desidratação de alimentos por pequenos produtores rurais. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2019.
- GOMES, I. M. M. Estratégias para a redução do teor de sal no pão através da incorporação de ervas aromáticas e especiarias: perspectivas do consumidor. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal, 2012.

HARPER, J. M. Food Extrusion. Em: Food Properties and Computer-Aided Engineering of Food Processing Systems. Dordrecht: Springer Netherlands, 1989. p. 271–297.

ITS - INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. Conhecimento e Cidadania. São Paulo, 2007.
KINUPP, V. F. e LORENZI, H. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil. Jardim Botânico Plantarum, 2ª edição, Nova Odessa, SP. 2021.

NABESHIMA, E. H.; NASCIMENTO, G. C.; TAGLIAPIETRA, B. L.; NEVES, E. A.; FERRARI, M. C.; MORO, T. M. A.; MELO, B. G.; BRANDÃO, N. A.; SCARTON, M.; CAMPELO, P. H.; CLERICI, M. T. P. S. Tecnologia de Tubérculos, In: Bioquímica e Tecnologia de Alimentos de Origem Vegetal. Vol. 1. Org: DALA-PAULA, B. M.; CLERICI, M. T. P. S. Universidade Federal de Alfenas, 2022. ISBN: 978-65-86489-62-0.

TÉLLEZ-MORALES, J. A.; HERNÁNDEZ-SANTOS, B.; JUÁREZ-BARRIENTOS, J. M.; LERDO-REYES, A. A.; RODRÍGUEZ-MIRANDA, J. The use of tubers in the development of extruded snacks: A review. **Journal of food processing and preservation**, v. 46, n. 7, 2022.

· CAPÍTULO 2 ·

Tecnologia de Raízes e Tubérculos

Este capítulo foi publicado no livro “Bioquímica e Tecnologia de Alimentos: Produtos de Origem Vegetal”, Alfenas, Minas Gerais, Volume 1, 2022 (Anexo 1).

Tecnologia de Raízes e Tubérculos

Elizabeth Harumi Nabeshima, Gustavo Costa do Nascimento, Bruna Lago Tagliapietra, Elisa Cristina Andrade Neves, Maria Cristina Ferrari, Thaísa de Menezes Alves Moro, Bruna Guedes de Melo, Natali Alcântara Brandão, Michele Scarton, Pedro Henrique Campelo, Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici.

Resumo

Os tubérculos e raízes são vistos como fontes de energia em países abaixo da linha do Equador, e os mais consumidos são a mandioca, o cará, a batata doce e a batata inglesa, que são amiláceos. A preservação dos tubérculos e raízes produzidos e consumidos pela agricultura familiar tradicional é de grande importância para a garantia da Soberania Alimentar. Os não amiláceos foram menosprezados por longo tempo, mas atualmente com os estudos das fibras prebióticas, passaram a ter importância para cultivo em escala comercial. O avanço das pesquisas em alimentos funcionais valorizou comercialmente algumas raízes como o yacon e a alcachofra de Jerusalém, que são fontes de frutooligossacarídeos. A mandioca é cultivada em países tropicais e apresenta grande variedade de produtos industrializados, sendo usada para produção de amidos, farinhas, biscoitos etc. Já a batata, muito cultivada em países de climas frios, supre grande parte dos carboidratos nas dietas de europeus e americanos, e apresenta grande produção industrial de amido, batatas fritas e chips. Dos fatores tóxicos mais conhecidos estão os compostos cianogênicos em algumas variedades de mandioca e os cristais de oxalato de cálcio presentes na taioba e inhame. Raízes e rizomas como batata doce roxa, beterraba, cenoura, rabanete, bardana, açafraão, gengibre e outros apresentam compostos antioxidantes e vitaminas, tornando-os mais benéficos à saúde. As pesquisas têm sido direcionadas para espécies genéticas mais ricas em micronutrientes, como exemplos têm-se a mandioca e a batata-doce biofortificadas.

1. TECNOLOGIA DE RAÍZES E TUBÉRCULOS

Os tubérculos e raízes são produzidos, principalmente, em regiões da África, Ásia e América Latina, em regiões tropicais, úmidas e localizadas abaixo da linha do Equador e apresentam preparações alimentícias diferenciadas de acordo com a região. A maior produção de tubérculos e raízes, em 2020, foi concentrada nos países da Etiópia, Congo, Indonésia e Paquistão, que estão entre os quatro maiores produtores. Na América do Sul, os maiores produtores foram Peru, Colômbia e Bolívia. A Nigéria se destaca pela alta produtividade em raízes e rizomas, pois produz 3.205.317 toneladas métricas (t) de taro, 50.052.977 t de inhame e 60.001.531 t de mandioca, sendo o maior produtor mundial dessas fontes amiláceas.

1.1. ONDE ESTÃO OS TUBÉRCULOS E RAÍZES NO CENÁRIO MUNDIAL

As raízes e tubérculos estão distribuídos nas regiões tropicais e subtropicais da África, Ásia, América do Sul do Caribe e das Ilhas do Pacífico Sul. A África responde por 97% da produção mundial de fontes amiláceas com cerca de 73 milhões de toneladas/ano, enquanto a produção brasileira foi estimada em 104 mil toneladas/ano (IBGE, 2018). Na Tabela 1, que mostra a produção brasileira e os principais países produtores de raízes e tubérculos, pode-se observar que a mandioca e a batata são produzidas em altas quantidades, pois apresentam maior uso industrial. As demais fontes amiláceas apresentam dados regionais de produtividade e muitas não têm estimativa de produção mundial, apesar do grande potencial de utilização.

No Brasil, a produção de tubérculos e raízes está em declínio e a diminuição do consumo na forma in natura vem sendo registrado ao longo das décadas, pois, houve uma redução na participação dos tubérculos e raízes, como fonte de energia no período avaliado entre 1962 e 1988, entretanto, houve aumento de consumo de prontos para consumo, com progressivo aumento do consumo de margarinas e óleos.

Grande parte da produção dos tubérculos está limitada à cultura de subsistência e à venda em feiras livres e pequenas quitandas na forma in natura. Para estimular o consumo de produtos regionais e aumentar as opções de venda de alimentos produzidos pela agricultura familiar foi publicada a lei 11.947/2009, que

permite a venda direta desses produtos para a utilização na alimentação escolar. Essa lei determina que no mínimo 30% do recurso repassado às entidades, seja utilizado para comprar alimentos provenientes da agricultura familiar.

Tabela 1. Produção brasileira, em mil toneladas, dos principais tubérculos e raízes no ano de 2020 apresentados pela FAO.

Tubérculos	Produção brasileira (t)	Posição brasileira a nível mundial	Principais países produtores
Batata	3.767.769	22º	China, Índia, Ucrânia
Batata doce	847.896	15º	China, Malawi e Tanzânia
Inhame (cará)	250.268	12º	Nigéria, Gana, Côte d'Ivoire
Mandioca	18.205.120	6º	Nigéria, Congo, Tailândia

Fonte: FAO (2020).

1.2. SOBERANIA ALIMENTAR

A noção de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) possui diversas dimensões importantes: a da suficiência, na prevenção dos estados de fome e desnutrição; a do acesso a alimentos seguros, sem contaminações biológicas ou químicas, e de qualidade (nutricional, biológica, sanitária e tecnológica); e a de adequação, através da produção e consumo ambientalmente sustentáveis, socialmente justos e culturalmente aceitáveis (II Conferência Nacional de SAN, 2004).

A SAN é entendida como uma estratégia para a garantia do Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA) e saudável, e por sua dimensão de busca de uma produção e consumo com respeito à sociobiodiversidade, interliga-se mais recentemente ao conceito de Soberania Alimentar:

“o direito de os povos definirem suas próprias políticas e estratégias sustentáveis de produção, distribuição e consumo de alimentos, que garantam o direito à alimentação para toda a população, com base na pequena e média produção, respeitando suas próprias culturas e a diversidade dos modos camponeses, pesqueiros e indígenas de produção agropecuária, de comercialização e gestão dos espaços rurais,

nos quais a mulher desempenha um papel fundamental [...]. A soberania alimentar é a via para erradicar a fome e a desnutrição e garantir a segurança alimentar duradoura e sustentável para todos os povos” (Fórum Mundial sobre Soberania Alimentar, 2001).

O conceito de Soberania Alimentar vem sendo construído na luta popular e pelos movimentos sociais, significando a solidariedade e a garantia dos recursos e técnicas necessárias para que cada população tenha condições de produzir alimentos básicos em seu próprio território. Está relacionada também ao direito e autonomia dos povos e nações em defender sua cultura alimentar, decidindo como os alimentos serão produzidos, distribuídos e consumidos.

No Brasil, a agricultura familiar tem papel fundamental na Soberania Alimentar, por sua produção de alimentos ao mercado interno. Apesar de ocupar aproximadamente 24% da área total de estabelecimentos agrários, tem grande peso na produção de alimentos base, sendo responsável, por exemplo, por 87% da produção de mandioca.

As raízes e tubérculos são a base da alimentação na América Latina e no Brasil são alimentos imprescindíveis do ponto de vista de SAN, principalmente para a agricultura familiar tradicional e abastecimento interno. Várias espécies foram domesticadas, pelos povos tradicionais e camponeses, nos diversos solos da América do Sul, como é o caso da taioba, da araruta, da batata-doce, do cará, da mandioca, dentre outras.

Ainda é observada uma falta de pesquisas e divulgação do valor alimentício dos alimentos locais, necessitando-se de estudos junto aos conhecimentos populares sobre os tubérculos e raízes ainda não explorados, suas formas de manejo e diferentes preparos, como também formas de valorização e preservação desses alimentos tradicionais (e suas sementes crioulas ou caboclas).

Os tubérculos e raízes são culturas capazes de ofertar matéria-prima que suprem diversas necessidades da humanidade e possuem grande potencial para serem industrializados, originando novos produtos. A diversidade de formas de preparo e consumo desses alimentos sugere que diferentes tipos, formatos e qualidades intrínsecas podem ser utilizadas para minimizar as perdas, agregar valor

e desenvolver produtos, beneficiando produtores, consumidores e garantindo a Soberania Alimentar.

Com o desenvolvimento de tecnologias aplicadas em agroindústrias regionais, esses alimentos de baixo ou mesmo sem valor comercial para o mercado in natura, como os tubérculos e raízes podem originar diferentes produtos de fácil preparo ou prontos para consumo.

Os carás, por exemplo, são importantes tubérculos tropicais na América Central, Ilhas do Pacífico, Sudoeste Asiático e na África Ocidental, onde são considerados alimentos básicos preferido da população. Pode-se citar também, a batata Mairá (*Casimirella* spp.) (Figura 1A e 1B), rizoma e batatas Ariá (*Geoperttia allouia*) (Figura 1C e 1D) e a batata Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) que são tubérculos ainda pouco explorados, porém vêm sendo estudadas quanto aos seus potenciais nutricionais, como fonte de amidos e possíveis processamentos.

A batata Yacon e a raiz de bardana (*Arctium lappa*) são fontes prebióticas, carregam grande tradição na alimentação do leste asiático e seu consumo vem sendo incentivado no Brasil, justamente por seus benefícios à saúde. Esses tubérculos e raízes (Figura 1) fazem parte das pesquisas do grupo que compõe esse capítulo e mais detalhes serão apresentados a seguir.



Figura 1. Caule, folhas (A) e parte tuberosa (B) da batata Mairá; folhas (C) e batatas (D) de Ariá

Fonte: Autoria própria. Fotos tiradas no Instituto Federal do Amazonas em novembro de 2021

1.2.1. POVOS INDÍGENAS E AS RAÍZES E TUBÉRCULOS

Estima-se que existe no Brasil aproximadamente 1,3 milhões de pessoas autodeclaradas indígenas, dentre cerca de 300 povos distintos, é uma população que maneja as florestas a mais de 15 mil anos, ou seja, nada é floresta virgem (onde nenhum ser humano tocou).

Como exemplos das relações socioambientais indígenas temos que todo casamento na comunidade Guarani (Figura 2A) pressupõe a troca de recursos

naturais, as mulheres permanecem em seus territórios de nascimento, e quando se casam os homens que se deslocam até elas e com eles levam os recursos para fazer a roça da família. Variedades de mandioca, amendoim e milho são trocadas entre as comunidades durante o casamento e as festas. Os povos indígenas do Alto Rio Negro (Figura 2B) fazem o movimento contrário, as mulheres que vão morar na comunidade dos maridos, e essas levam como “pagamento” as variedades de mandioca que apenas sua comunidade possui, havendo assim a reprodução dessas plantas. Esses movimentos de manejo nesta região acontecem há mais de 4 mil anos, por pelo menos 22 povos indígenas.

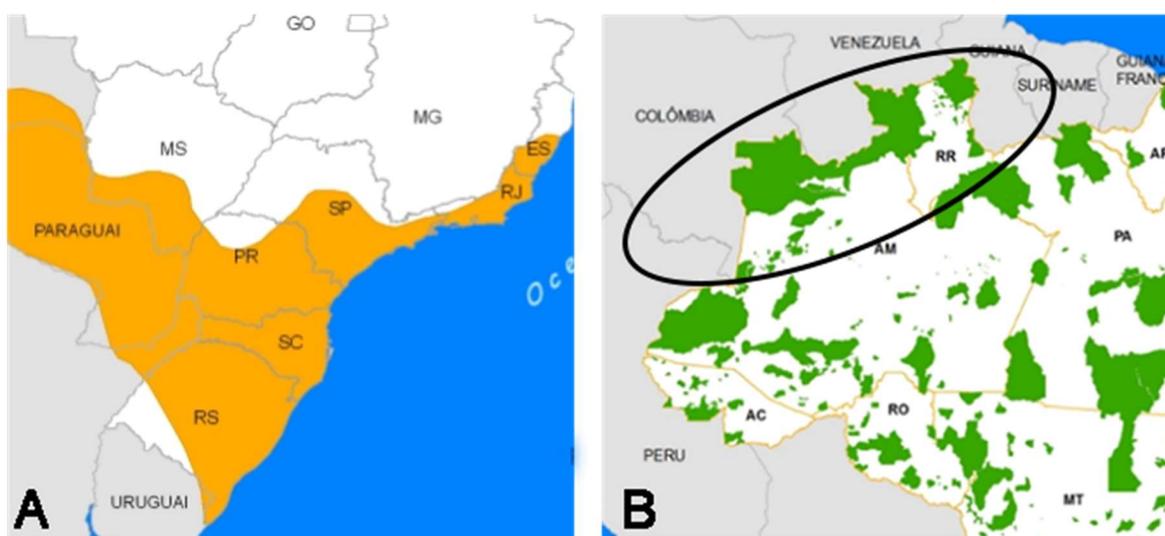


Figura 2. –Áreas dos povos indígenas Guarani e Alto Rio Negro sendo que a área em laranja representa o local de presença Guarani (A); áreas em verde de povos indígenas do norte brasileiro, circulado a localização dos povos do Alto Rio Negro (B).

Fontes: Instituto Socioambiental (2012) e Centro de Trabalho Indigenista (2008).

1.3. COMO SÃO DEFINIDOS E CLASSIFICADOS

As raízes e tubérculos são definidos como plantas com raízes, tubérculos, rizomas, rebentos ou caules ricos em amido. Para exemplificação, a Figura 3 mostra três partes da planta de gengibre (*Zingiber officinale*), sendo que a parte rizoma geralmente é utilizada como tempero e em chás.

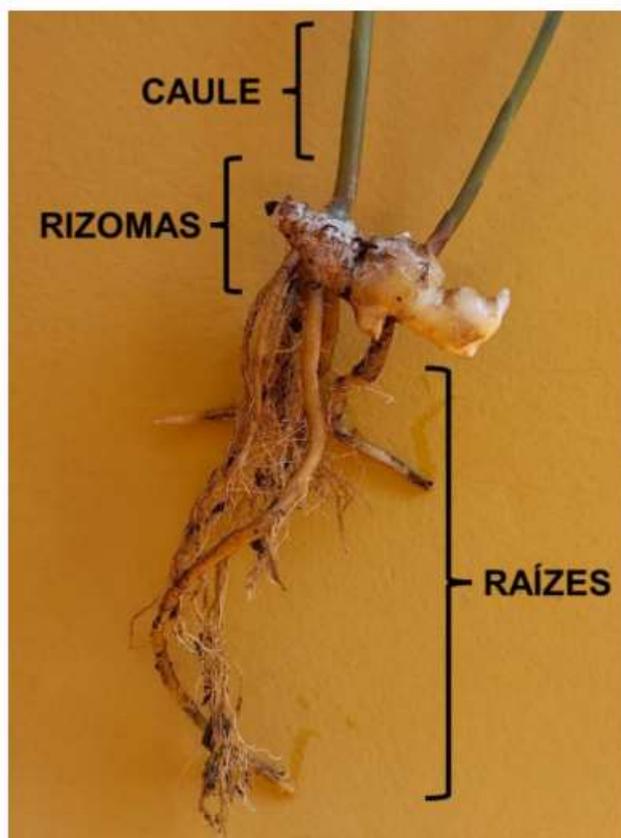


Figura 3. Gengibre (*Zingiber officinale*), com destaque em suas partes.

Fonte: Própria autoria

Eles são utilizados principalmente para a alimentação humana (cru ou processados), ou de animais, para a produção de álcool, amidos e bebidas fermentadas, incluindo a cerveja. Caracterizam-se pelo elevado teor de água (70 a 80%) e carboidratos (16 a 24%) e menor quantidade de proteína e gordura (0 a 2%). São classificadas em 7 culturas primárias: batata, batata doce, mandioca, taioba, taro, inhame e outras raízes e tubérculos (mandioquinha salsa, araruta, sagu, alcachofra de Jerusalém etc.).

No Quadro 1 estão exemplificados as raízes, os tubérculos e os rizomas utilizados na alimentação e que são de grande importância para a agricultura familiar, geração de renda e segurança alimentar e nutricional no Brasil.

Quadro 1. Exemplos de tubérculos, raízes e caules usados na alimentação humana.

Nome Popular	Nome científico	Principais usos	Referência
Açafrão	Cúrcuma longa	Rizoma em pó pode ser usado como corante e aromatizante. O composto bioativo do açafrão, a curcumina, possui uso medicinal devido a sua atividade antioxidante e antiinflamatória.	Cereda (2003)
Aipo ou salsão	Apium graveolens	Folhas e caule podem ser consumidos cozidos e crus, mas a raiz é usada somente cozida	Cereda (2003)
Alcachofra de Jerusalém	Heliantus tuberosus	Tubérculo consumido cru ou cozido.	Bach et al. (2012)
Araruta	Maranta arundinacea	No Brasil já era cultivada pelos índios antes mesmo da chegada dos portugueses. Deste tubérculo se obtém o polvilho de araruta, que é usado para produzir bolos, biscoitos e espessar molhos e sopas. Nas últimas décadas a produção de araruta entrou em declínio, devido à concorrência com a fécula da mandioca, que possui método de obtenção menos oneroso. Como resultado, a araruta deixou de ser produzida em quase todo o território nacional e foi extinta de muitas comunidades.	Cereda (2003)
Bardana (carrapichogrande, pegapega)	Artium minus (Hill.) A. lappa	Muito utilizada na culinária do Japão, mas no Brasil, cresce espontaneamente nos campos, sendo às vezes, considerada planta invasora e com uso limitado na alimentação. A raiz apresenta alto teor de fruto-oligossacarídeos. Raiz consumida crua ou cozida e as folhas cruas são consumidas em saladas. Uso medicinal.	Cavalli et al. (2009)
Batata doce	Ipomoea batatas	A raiz pode ser consumida na forma direta (cozida, assada ou frita), ou utilizada para obtenção de doces (pastoso ou cristalizado) ou para extração de amido. Folhas e brotos jovens podem também ser consumidos.	Silva et al. (2004)
Batata	Solanum tuberosum	Tubérculo possui grande variedade de utilização, podendo ser consumidas nas formas cozida, frita, de purê, de chips etc. Usada para extração do amido.	Bergthaller et al. (2005)

Biri	<i>Cana edulis</i>	Rizoma deve ser cozido por várias horas e em países andinos as folhas servem de embalagens para preparações alimentícias. Extração de amido. O biri é caracterizado pelo fato de ter menor teor de amido em relação aos demais tubérculos, porém este amido possui propriedades tecnológicas muito desejadas na indústria, como alta expansão, granulidade e textura.	Cereda (2003)
Cará moela, cará do ar ou inhame aéreo	<i>Dioscorea alata</i>	Cozido e pode ser usado em preparações salgadas ou doces.	Cereda (2003)
Cará ou inhame	<i>Dioscorea esculenta</i> , <i>D. rotundata</i> e outras	Rizoma usado cozido, frito ou assado	Cereda (2003)
Cenoura	<i>Daucus carota</i> L.	Raízes são consumidas na forma crua, cozida, desidratada, de conservas e em preparações doces ou salgadas. Folhas são refogadas	Pillon et al. (2006); Lima et al. (2003)
Gengibre	<i>Zingiber officinale</i>	Uso como especiaria na forma seca, fresca, de conserva ou cristalizado. Uso medicinal em xaropes, chás	Cereda (2003)
Jacatupé	<i>Pachyrhizus aereus</i> P. <i>tuberosus</i>	Somente a raiz é consumida crua e o amido apresenta qualidade semelhante ao da batata doce. As sementes e folhas possuem alto teor de rotenona, que pode ser usado como inseticida.	Cereda (2003)
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i>	Grande variedade de utilização, podendo ser consumida nas formas cozida, frita, de purê, chips, farinha crua e torrada e uso em preparações doces ou salgadas. Usada para produção de farinha de tapioca, polvilho doce e azedo e extração do amido.	Cereda (2003)
Mandioca-salsa, batata-baroa, batata salsa ou cenoura amarela	<i>Arracachia xanthorrhiza</i>	Devido à fácil digestibilidade de seu amido, é amplamente recomendada para alimentação infantil, de pessoas idosas e convalescentes. Pertencem à família Apiácea, como a cenoura, a salsa, o coentro, o anis, o aipo e o funcho. Possui intenso sabor, cor e aroma, sendo muito consumidas na forma cozida, de purê, sopas.	Câmara e Santos (2003)
Nabo	<i>Brassica rapa</i>	Cru em saladas ou em preparações tipo conserva.	Gowers et al. 2007

Rabanete	Brassica napus	Cru em saladas ou em preparações tipo conserva. Muito usado na cozinha asiática. Possui poucas calorias e alto teor de fibras.	Gowers et al. 2007
Sagu	Metroxylon sagu, Cycas revoluta	Amido encontrado no interior de tronco de palmeiras. O amido coletado é granulado para se obter as pérolas de sagu, que é usado para compor pratos doces ou salgados. Cada palmeira rende cerca de 250 Kg de amido. Atualmente as pérolas de sagu são também feitas com amido de mandioca, que é mais disponível e com menor custo.	Moorthy (2004)
Taioba (folha) e Mangarito (rizoma)	Xanthosama sagittifolium	A taioba é uma hortaliça da família Aráceas sendo originária das regiões tropicais da América do Sul. No Brasil, o maior consumo ocorre nos Estados da Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Na região Sudeste se consome a folha e os pecíolos cozidos, pois são tóxicos quando crus, enquanto no Nordeste é comum o consumo do rizoma, conhecido como mangarito, que é cozido ou usado para produzir farinha.	Cereda (2003)
Taro	Colocasia esculenta	Raízes cozidas ou assadas, uso em sopas, também usado para produção de chips e farinhas.	Cereda (2003)
Yacon	Polymnia sonchifolia	Cru ou Cozido, uso em sopas	Santana e Cardoso (2008)

Fonte: própria autoria

1.4. TUBÉRCULOS AMILÁCEOS

Os tubérculos amiláceos são aqueles ricos em amido, sendo muito utilizados para a sua extração, assim como os cereais. Apresentam a vantagem de não formarem glúten, podendo, portanto, serem utilizados em preparações destinadas para indivíduos com diagnóstico de doença celíaca, alergia ou intolerância ao glúten.

1.4.1. Características dos amiláceos

Considerando a diversidade de tubérculos amiláceos, serão listados alguns encontrados e consumidos no Brasil, assim como as suas características.

1.4.1.1. *Mandioca*

A mandioca, da família *Euphorbiaceae*, tem sua origem na América do Sul e se distribuiu para a África e Ásia. Uma das formas que a mandioca é consumida no país é na forma de farinha, sendo como acompanhamento na forma de farofa, junto com caldos e frutas, havendo grandes variedades de farinhas do sul ao norte do Brasil, a Figura 4 apresenta exemplos de diferentes farinhas derivadas da mandioca (ou macaxeira, como é chamada regionalmente), que podem ser encontradas no estado do Amazonas e em outras regiões do Brasil.

Neves et al. (2020) pesquisaram nove diferentes farinhas derivadas de mandioca que são encontradas em Belém (Pará), mostrando as variações e diferentes aplicações que podem ser obtidas dessa raiz. As diferentes características nutricionais e tecnológicas dão ênfase às diversas possibilidades de aplicações, como em produtos alimentícios sem glúten, e também à riqueza da cultura alimentar do norte do Brasil.

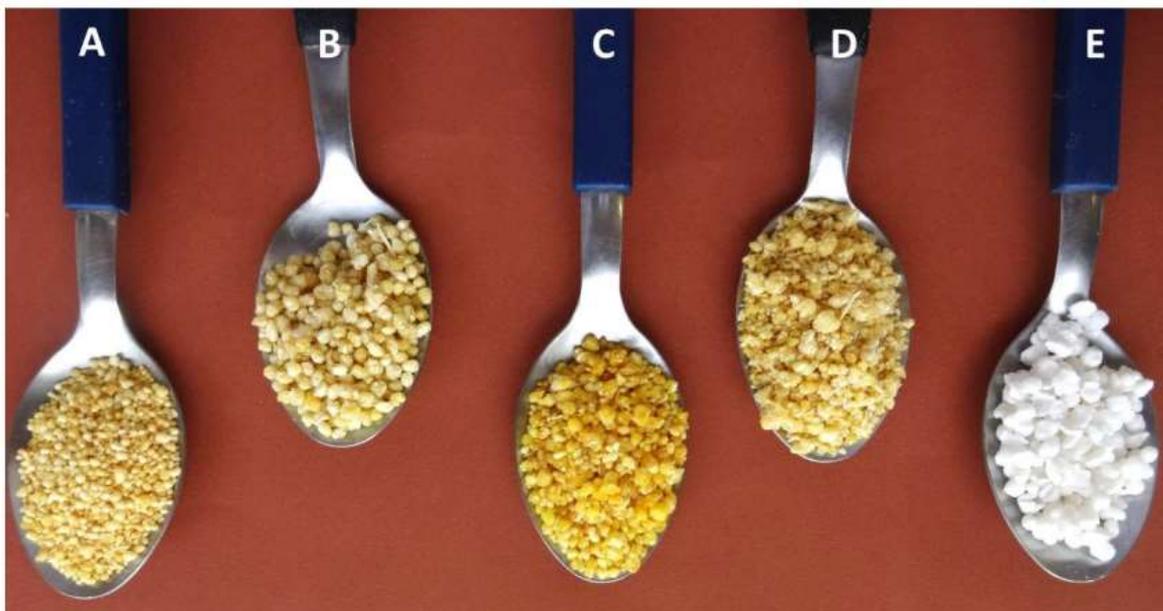


Figura 4. Colheres com farinhas de mandioca tipos ovinha (A); sobra da ovinha (B); d'água (C); d'água artesanal (D); e tapioca (E) adquiridas do mercado municipal de Manaus, Amazonas, Brasil, e diretamente com o produtor no município de Caapiranga, Amazonas, Brasil.

Fonte: Autoria própria.

1.4.1.2. **Batata**

A batata (*Solanum tuberosum*) está entre as mais importantes culturas para alimentação humana. Sua origem é sul-americana, mas seu cultivo se espalhou pelo mundo inteiro, sendo muito consumida e cultivada em regiões da Europa, onde o milho não pode ser produzido devido ao clima frio. Podem ser estocadas durante longo tempo em temperaturas controladas. Para fins industriais, os teores de água, amido e proteína definem o uso da batata, como exemplo, para extração de amido, é dada preferência para variedades de batatas com alto teor deste componente, já para consumo ou processamento por fritura, na forma de purês, entre outros, são escolhidas as com menores teores, devido ao melhor sabor (BERGTHALLER, 2004; GROMMERS, VAN DER KROGT, 2009).

A batata, devido aos investimentos em pesquisa científica e desenvolvimento industrial, alcançou um patamar diferenciado em relação aos demais tubérculos e raízes, pois apresenta produção industrial de seu amido e de diversos

produtos, como flocos, batatas fritas, cozidas e congeladas, “batatarias” destinadas somente para as vendas de batatas assadas e com recheios diversos, tendo ampla aceitação pelos consumidores. Realidade que tem sido difícil de ser alcançada pelos demais tubérculos. A Figura 5 ilustra a batata na forma de farinha em duas granulometrias, as quais estão sendo estudadas por nosso grupo de pesquisa como novas formas de aplicação desse tubérculo tão conhecido e consumido no Brasil.



Figura 5. Batata inglesa no centro e suas farinhas, à esquerda com granulometria mais grossa e à direita mais fina (60 *mesh*).

Fonte: Autoria própria.

1.4.1.3. **Batata doce**

A batata doce (*Ipomoea batatas*) é uma tuberosa de cultura rústica e de alta tolerância à seca. Elas podem apresentar polpa com as cores variadas, como branca, creme, amarela, salmão ou roxa, e película externa rosa, roxa, branca ou amarela, com diferentes formas e tamanhos. O rendimento é de 8-30 t.ha⁻¹ e o conteúdo de amido varia de 12 a 30% nos tubérculos frescos (MOORTHY, 2004).

A batata doce (cozida ou assada) tem apresentado boa aceitação de consumo por praticantes de atividades físicas por ter carboidratos com diferentes velocidades de digestão, promovendo saciedade ao indivíduo. Este fato tem

aumentado o seu valor agregado e investimentos para aumentar a sua produtividade no campo.

1.4.1.3.1. FACILITANDO O ENTENDIMENTO

Pesquisadora faz massa sem glúten com farinha de batata-doce biofortificada. Para saber mais, acesse a reportagem em: <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/noticias/2017/09/18/pesquisadora-faz-massa-sem-gluten-com-farinha-de-batata-doce-biofortificada>

Assista também ao vídeo intitulado: “Ciência e inovação –Avaliação tecnológica e sensorial de massas alimentícias semglúten”, publicado no canal TV Unicamp, em 2017, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=2tK7zyYI-9k>

1.4.1.4. Taro

O taro (*Colocasia esculenta*) é uma planta herbácea com folhas grandes e possui grande importância na alimentação da região tropical do Pacífico (SEN; AKGUL; OZCAN, 2001). Na Figura 6 pode ser observada as duas partes subterrâneas da planta, o taro “cabeça” ao centro e os taros “dedos” ao redor, sendo os dedos as partes comumente comercializadas.

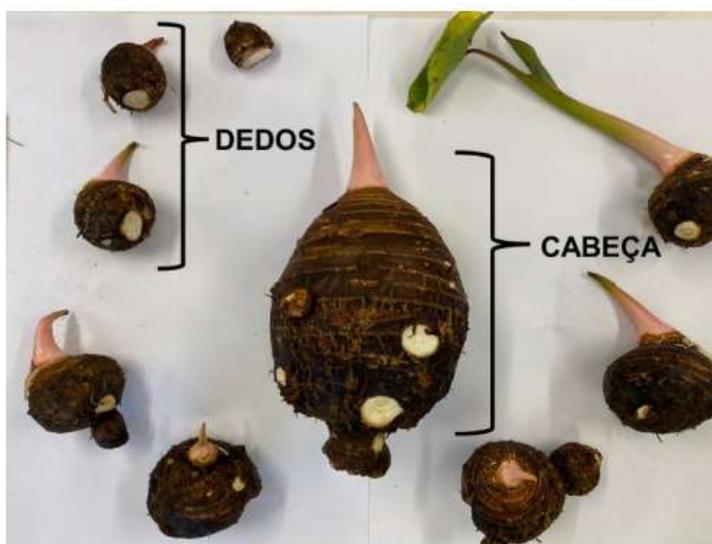


Figura 6. Taro (*Colocasia esculenta*).

Fonte: Autoria própria.

Esse tubérculo é conhecido na região Centro-Sul do Brasil como inhame, e muitas vezes é confundido com o cará. Na Figura 7 pode-se observar a folha do taro em comparação a outra planta muito semelhante, mas de gênero diferente, a folha de Taioba (*Xanthosoma sagittifolium* Schott), a qual possui uma linha que circula a borda da folha.



Figura 7. Folhas de Taro (A) e Taioba (B).

Fonte: Imagens cedidas por Deuzeth Maria Pedrosa da Silva.

O manuseio do taro durante a colheita e preparação deve ser cuidadoso, devido a presença de tanino e cristais de oxalato, sendo que este pode desencadear reações alérgicas. Devido a presença de mucilagem, o taro quando cozido se torna muito palatável.

1.4.1.5. Cará (Inhame)

O nome mais comum utilizado no mundo para denominar o gênero *Dioscorea* ssp é “inhame” (yam, igname, ñame). No Brasil, apenas nas regiões Sul e Sudeste esta denominação é mais aceita. Já nas regiões Norte e Nordeste, é conhecido como “cará”. No sudeste e sul, o “cará” é do gênero *Colocasia*. Este fato

está associado às tradições culturais locais da região produtora, que devem ser respeitadas, pois há festas, nomes de ruas, músicas e outras atividades tradicionais de longa data, como acontece no município de Caapiranga (Amazonas), que apresenta a festa do cará roxo e do cará branco, ambos do gênero *Dioscorea* ssp para comemorar o início da colheita. Para a identificação científica, deve-se sempre acrescentar o gênero e a espécie do tubérculo, para evitar comparações com outros tubérculos.

Acredita-se que os carás sejam originários do oeste da África e que foram introduzidos no Brasil pela migração escravocrata. Pertencem à família *Dioscoreaceae*. O cará branco é subterrâneo e algumas vezes confundido com o taro (*Colocasia esculenta*), o cará moela (*Dioscorea bulbifera*) é conhecido por ser “aéreo” (Figura 8A).



Figura 8. Parte aérea do cará moela (A); e parte subterrânea do cará moela (B).

Fonte: Imagens cedidas por Deuzeth Maria Pedrosa da Silva.

O cará se caracteriza por ser planta herbácea tipo trepadeira e os rizomas são colhidos após 8 a 12 meses de plantio (CEREDA, 2003), sendo que no cará moela, suas partes aéreas são retiradas para comercialização. As características mais marcantes do cará moela são as folhas, únicas com formato cordiforme e a presença

de túberas aéreas (BRASIL, 2010; MELLO FILHO et al., 2000), porém há também formação de tuberosas subterrâneas (Figura 32B). Outras espécies de carás muito importantes para a Soberania Alimentar e agricultura familiar, principalmente do norte do Brasil, serão detalhadas no tópico a seguir (Tubérculos Amazônicos).

Dentre as mais de 600 espécies de cará, 15 a 20 espécies são comestíveis e apenas 6 têm reconhecida importância socioeconômica: *D. alata* (cará d'água ou cará maior), *D. rotundata* (cará branco), *D. cayenensis* (cará amarelo), *D. esculenta* (cará menor), *D. bulbifera* (cará aéreo ou cará moela) e *D. dumetorum* (cará trifoliado) (KARYA KATE NANBOL; OTSANJUGU AKU TIMOTHY NAMO, 2019).

1.5. TUBÉRCULOS AMAZÔNICOS

Neste tópico serão apresentados alguns tubérculos consumidos e encontrados na região da Amazônia.

1.5.1. *Dioscorea trifida*

A espécie *Dioscorea trifida* L. é uma planta trepadeira com caule que se enrola em sentido anti-horário e as folhas são pecioladas (com 3 a 5 lobos), de diversas formas e tamanhos. Produzem rizóforos subterrâneos com formatos diferentes, podendo ser ovoides, cilíndricos ou arredondados com cerca de 15 cm de comprimento e 1,5 kg. A polpa pode apresentar cor branca, amarela, rosa ou púrpura.

No estado do Amazonas é tradicionalmente produzida e consumida farinha de macaxeira (como a mandioca é chamada nesta região), fazendo a manutenção dos conhecimentos ancestrais indígenas, principalmente no manejo e processamento da mandioca. A Figura 9, apresenta a farinha de macaxeira (Figura 9A) produzida por agricultores ribeirinhos do Alto Solimões (Amazonas), junto seguem as farinhas de cará roxo (Figura 9B), cará branco (Figura 9C) e farinha de ariá (Figura 9D), produzidas em trabalho de extensão universitária junto às autorias deste capítulo.



Figura 9. Farinhas de mandioca (A); Farinha de cará roxo (B), Farinha de cará branco (C); e Farinha de ariá (D), produzidas em casa de farinha tradicional em Caapiranga, Amazonas.

Fonte: Autoria própria.

O processamento dos tubérculos em farinhas pode ser uma alternativa viável à agricultura familiar que busque uma maior conservação, diminuindo assim as perdas de produtos in natura, aumento do valor agregado, além do uso e manutenção dos conhecimentos relacionados a cultura do cará e das casas de farinha de macaxeira.

Na Figura 10 estão apresentadas as etapas de processamento do cará-roxo em farinha, para as pesquisas que estão sendo realizadas no Laboratório de Cereais, Raízes e Tubérculos (Unicamp, Campinas, São Paulo), sendo elas: seleção, descascamento, corte, secagem em estufa com ar forçado, redução do tamanho (farinha a 60 mesh) e embalagem para armazenamento.



Figura 10. Processamento laboratorial de cará roxo em farinha, provenientes de Caapiranga, Amazonas, Brasil. As últimas imagens do fluxo demonstram a Prof.^a Maria Teresa segurando bandeja com farinha e em seguida a farinha embalada.

Fonte: Autoria própria.

1.5.2. *Dioscorea chondrocarpa* Griseb

O cará-de-espinho (*Dioscorea chondrocarpa* Griseb.) também conhecido como cará-espinho, cará-japicanga ou cipó-jacaré é uma planta nativa, podendo ser encontrado nas regiões sudeste, centro-oeste e principalmente no norte do Brasil, onde são cultivados em comunidades indígenas, hortas e roçados. A depender da idade e manejo, esse tubérculo pode ultrapassar 150 kg e por ser uma trepadeira, o nome “cará-de-espinho” é devido aos acúleos (espécie de espinhos) que a planta possui. Na Figura 11A podem-se observar as folhas da planta e na Figura 11B o tubérculo inteiro após ser retirado da terra e ele higienizado e cortado (Figura 11C).



Figura 11. Folhas do cará-de-espinho subindo em um tronco de árvore (A); Cará-de-espinho inteiro em caixa de madeira após ser retirado da terra (B); e cará-de-espinho cortado (C).

Fonte: Própria autoria, fotos tiradas no Instituto Federal do Amazonas.

O cará-de-espinho tem grande potencial como fonte nutricional para alimentação humana e animal, havendo composição semelhante a mandioca. Considerando o aumento da demanda mundial de alimentos e sua elevada capacidade produtiva, pode ser uma alternativa interessante como fonte de carboidratos amiláceos, que poderão ser extraídos, já que a comercialização deste tubérculo apresenta dificuldades desde o campo até o consumidor, desestimulando seu plantio. Os autores deste capítulo vêm estudando esse tubérculo e esperam que haja o incentivo do cultivo e consumo de variedades ainda pouco conhecidas, como o cará-de-espinho, assegurando a autonomia de comunidades que produzem e comercializam esse tubérculo, e por consequência a conservação da agrobiodiversidade e cultura, especialmente da região norte do Brasil.

1.6. TUBÉRCULOS NÃO AMILÁCEOS

Vários tubérculos não amiláceos, como alcachofra de Jerusalém (*Helianthus tuberosus*), yacon (*Smallanthus sonchifolius*) e lótus, da família das Nelumbonaceae, ainda não estão tão adaptados ao clima e solo brasileiro como a bardana. Estes tubérculos foram destaques no capítulo Tubérculos e Raízes como fonte de prebióticos (NABESHIMA et al., 2020).

1.6.1. Bardana

A bardana (também conhecida por: gobô, orelha de gigante, bardana-maior, erva-dos-tinhosos e carrapicho-de-carneiro) é originária do nordeste asiático, de alguns países da Europa e os primeiros registros são do ano de 940 d.C. quando a cultura da espécie foi introduzida no Japão. Suas propriedades terapêuticas foram relatadas durante a dinastia Ming no "Compêndio de Matéria Médica" de 1578. Atualmente pode ser considerada uma espécie cosmopolita, pois é encontrada em todo o planeta. Na Europa, está no Reino Unido, França e Alemanha, já na Ásia, onde o consumo é abundante, pode ser encontrada facilmente no comércio (CHAN et al., 2011; TESKE; TRENTINI, 1995).

A raiz da planta tem desenvolvimento de raiz principal, com poucas ramificações e atinge profundidade de 45-50 cm e um diâmetro (Figura 11) de 3-6 cm de plantas cultivadas. Tem forma cilíndrica e carnuda. No centro da raiz pode-se encontrar pequena cavidade, formada pela reabsorção de tecidos, especialmente em plantas de mais de um ano, segundo Voltolina (1998 apud MUNARIN, 2008).



Figura 12. Raízes de bardana e seus produtos derivados crus, cozidos, fritos e assados.

Fonte: Própria autoria

Nosso grupo tem procurado aumentar a visibilidade da bardana através de estudos pioneiros no Brasil, onde a bardana plantada na fazenda Moritsugui na região de Mogi da Cruzes, foi doada para análises. Os resultados demonstraram que além de prebiótica, ela apresenta muitos compostos antioxidantes, sendo muito benéfica à saúde (MORO et al., 2022), seja consumida na forma de chás, cozida, frita, assada, crua, branqueada, como pode ser visualizado na Figura 12. Também foram elaboradas farinha de bardana para uso em biscoitos, sendo que eles apresentaram atividade prebiótica, mesmo depois do assamento (MORO et al., 2018).

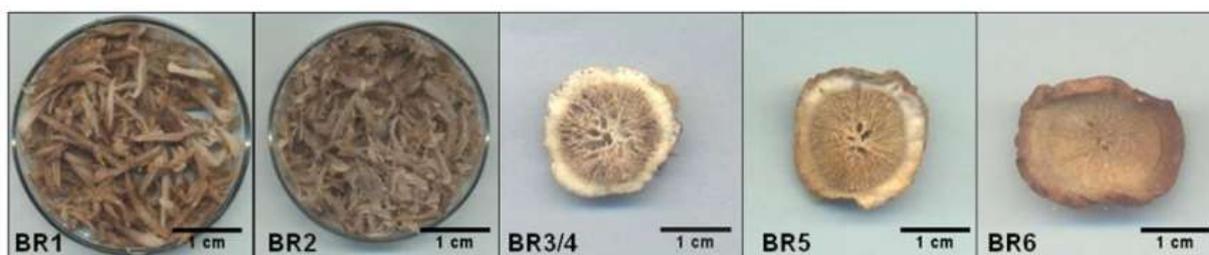


Figura 12. Imagens de raízes de bardana submetidas a diferentes processos: (BR1) branqueamento (98 °C/4 min); (BR2) refogada (95 ± 4 °C/10 min); (BR3/4) secagem (98 °C/4 h); (BR5) torrefação (120 °C/20 min); e (BR6) fritura (150 ± 4 °C/4 min).

Fonte: Autoria própria.

Quanto ao cultivo no Brasil, a bardana cresce espontaneamente em bosques, áreas rurais, sendo considerada inclusive planta invasora. Prefere lugares com sombra, úmidos e com solo arenoso. Neste tipo de solo, com o aprofundamento das raízes, em temperatura amena (16 – 22 °C) e em solos férteis, a planta tem seu desenvolvimento ótimo. As raízes retas, escolhidas pelos consumidores para serem utilizadas como alimento, devem ser cultivadas em canteiros ou valas preenchidas com substrato de baixa densidade. As raízes podem ser colhidas, preferencialmente, após 100 dias do plantio (em torno de 160 dias após a semeadura), antes ou no início da floração, pois apresentam suas propriedades terapêuticas reduzidas com o passar do tempo (LORENZI; MATOS, 2002 apud MUNARIN, 2008).

1.6.1.1. FACILITANDO O ENTENDIMENTO

Bardana pode ser usada em processo tecnológico para produção de prebióticos. Para saber mais, acesse a reportagem:

<https://www.inova.unicamp.br/2021/10/bardana-pode-ser-usada-em-processo-tecnologico-para-producao-de-prebioticos/>

1.7. COMPOSIÇÃO DOS TUBÉRCULOS E RAÍZES

Em muitas regiões dos países da África, América do Sul e Ásia, os tubérculos são a principal fonte calórica e de subsistência, uma vez que são culturas rústicas, não necessitam de grande preparo do solo e se adaptam aos climas quentes. A composição em nutrientes de alguns tubérculos in natura pode ser visualizada na Tabela 2. Os tubérculos in natura apresentam alto teor de umidade, sendo seguido por carboidratos e baixos teores de proteínas, lipídios e sais minerais.

Tabela 2 - Composição química dos tubérculos in natura (parte comestível)

Tubérculos	Umidade (%)	Proteína (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)	Carboidratos totais (%)	Fibra Alimentar	Referências
Açafrão	81,23	2	0,9	2	12,622	-	Leonel e Cereda (2002)
Aipo	93,8	0,8	0,1	1,1	4,3	1,0	TACO (2011)
Araruta	68,2	1,34	0,19	1,83	27,2	-	Leonel e Cereda (2002)
Batata	82,9	1,2	Tr ¹	0,6	14,7	1,2	TACO (2011)
Batata doce	69,5	1,3	0,1	0,9	28,2	2,6	TACO (2011)
Beterraba	86,0	1,9	0,1	0,9	11,1	3,4	TACO (2011)
Biri	75,67	1,1	0,33	1,7	20,32	-	Leonel e Cereda (2002)
Cará moela	68,0	2	0,1	1,1	27,3	-	Cereda (2003b)
Cará ou Inhame	73,7	2,3	0,1	0,9	23,0	7,3	Cereda (2003b)
Cenoura	90,1	1,3	0,2	0,9	7,7	3,2	TACO (2011)
Jacatupé	87,1	1,12	0,05	0,32	10,6	-	Cereda (2003b)
Mandioca	61,8	1,1	0,3	0,6	36,2	1,9	TACO (2011)
Mandioca-salsa	79,3	0,9	0,2	0,8	18,9	1,8	TACO (2011)
Mangarito ²	-	5,4	0,6	3,4	88,5	-	Cereda (2003b)
Nabo	93,8	1,2	0,1	0,8	4,1	2,6	TACO (2011)
Rabanete	95,1	1,4	0,1	0,7	2,7	2,2	TACO (2011)
Taro	70,64	1,50	0,2	-	26,46	4,1	USDA (2013)
Yacon	87,45	0,26	0,10	0,15	12,4	-	Marangoni (2007)

¹Tr = traços; ²Expresso em base seca.

1.7.1. Teor de água

Os tubérculos frescos apresentam alto teor de água, tornando-os uma opção secundária para produção de amidos, uma vez que o cultivo de cereais, que apresentam baixo teor de umidade, fornece maior rendimento por área plantada. O teor de umidade elevado facilita as operações de processamento para produção de farinhas e extração de amidos, mas torna os tubérculos muito perecíveis após a colheita (CEREDA, 2003b).

Alguns deles, como a batata, podem ser estocados por longo tempo em condições de temperatura controladas, após passarem por um processo chamado “cura” que prolonga sua estabilidade ao armazenamento por até 4 meses. A mandioca apresenta rápida deterioração dentro de 24 a 72 h após a colheita, devido ao desenvolvimento de uma pigmentação azul-escuro nos tecidos vasculares e dessecação do parênquima, que contém o amido, dando a raiz uma cor amarronzada ou preta com sabor desagradável. Este fato indica que a mandioca deve ser consumida ou armazenada em condições que impeçam esta deterioração ou processada dentro de aproximadamente 2 dias após a colheita (CÂMARA et al., 1982; LORENZI, 2003).

1.7.2. Carboidratos

Na Tabela 3 estão alguns exemplos da composição em carboidratos dos tubérculos e raízes.

Tabela 3 – Características dos carboidratos de alguns tubérculos

Componentes	Alcachofra de Jerusalém	Batata doce	Batata inglesa cozida com pele	Yacon
Umidade (%)	80	59-78	85	-
Amido total (%)	-	13,4-29,2	12,5	-
Açúcares solúveis (%)	2,1	4,8-7,8	0,2	5-15

Fibra alimentar total (%)	-	-	1,3	-
Inulina/FOS* (%)	10	-	-	40-70
Referências	Bach et al. (2012)	Silva et al. (2013)	Menezes et al. (2009)	Njintang et al. (2008)

*FOS: fruto-oligossacarídeo.

O amido está entre os principais carboidratos de reserva, como pode ser visto na batata, que representa a grande maioria dos tubérculos, e também na mandioca, taro, cará, batata doce e outros, mas pode-se destacar a presença de açúcares simples na batata doce e das fibras solúveis no yacon e na alcachofra de Jerusalém.

1.7.3. Açúcares

Grande parte das raízes e tubérculos apresenta açúcares em níveis de 0,5 a 2% (USDA, 2013), como no inhame, taro e mandioca, este fato faz com que eles não apresentem sabor doce, já quando a concentração aumenta para 4-7%, como na cenoura, batata doce e beterraba (USDA, 2013), o sabor doce fica evidenciado e torna o tubérculo muito agradável ao paladar. No yacon o teor de açúcar varia de 5-15% em base seca, tendo a frutose como principal açúcar, conferindo um sabor adocicado ao tubérculo (SANTANA; CARDOSO, 2008).

A beterraba é cultivada em climas temperados, na França, Alemanha e nordeste dos EUA. A beterraba apresenta açúcar como carboidrato de reserva (6,76 g de açúcares e 2,8 g de fibra alimentar, por 100 g de tubérculo cru, contendo cerca de 90% de água (USDA, 2013), sendo responsável por um quarto da produção mundial de sacarose, enquanto os outros três quartos são provenientes da cana de açúcar. A cenoura crua apresenta 4,74% de açúcares num total de 9,58% de carboidratos, tendo muito pouco teor de amido (USDA, 2013). A batata doce também apresenta alto teor de açúcares, 4,18% em 20% de carboidratos, mas também tem alto teor de amido, o que confere sabor e aroma muito agradáveis quando consumida cozida ou frita (CEREDA, 2003).

1.7.4. Amido

Na Tabela 4 estão as características de amido de alguns tubérculos. Os tubérculos contendo amido como principal carboidrato de reserva necessitam de tratamento térmico suficiente para a gelatinização do amido antes do consumo. A digestibilidade do amido está relacionada aos teores de amilose, presença de fibras e mucilagens e da época de colheita, pois após a maturidade do tubérculo pode ocorrer a lignificação do mesmo, tornando-o fibroso e de difícil cozimento (CEREDA, 2003; CÂMARA et al., 1982).

Diferente dos amidos de cereais, os amidos de tubérculos, também chamados féculas, mostram características físicas e reológicas muito apreciadas pela indústria, como pastas claras e translúcidas, alta viscosidade durante o cozimento e baixa retrogradação durante o resfriamento (BERTOLINI, 2010). A batata e o inhame apresentam grupos fosfatos ligados ao amido, o que confere a estas propriedades de viscosidade e formação de gel diferenciadas dos demais tubérculos (BERTOLINI, 2010; CEREDA, 2003).

Tabela 4 – Características dos carboidratos de alguns tubérculos

Origem do amido	Temperatura de gelatinização (°C)	Formato	Tamanho do grânulo (µm)	Amilose (%)	Digestibilidade
Araruta	75-92	Redondo, poligonal	10-18	16-28	alta
Batata	60-65	Oval, esférica	5-100	21-25	alta
Batata doce	60-80	Redondo, oval	3-40	15-25	alta
Biri	75-95	Oval, elíptica	5-44	25-30	média
Cará moela	65-95	Redondo, oval	6-100	15-25	baixa
Cará	68-95	Redondo, oval	1-10	16-28	baixa

Mandioca	58-75	Redondo	5-40	18-25	alta
Taro	78-90	Redondo	1-15	5-28	alta

Fonte: Eliasson (2004).

Pode-se destacar o amido de biri que tem propriedade de expansão excepcional, granulidade e textura desejável para alguns produtos alimentícios, além de ser de fácil extração, uma vez que depois que o biri ralado está em suspensão, o amido se separa rapidamente (CEREDA, 2003). Industrialmente, a extração de amido de raízes e tubérculos tem sido realizada com a mandioca [27-36% de amido em base úmida (b.u.)], sendo seguido pela batata (13-16% b.u.) ou batata doce (18-25% b.u.) (SCOTT et al., 2000).

A mandioca, devido ao baixo teor de proteínas e lipídios, é considerada uma excelente fonte de amido pela pureza e método de extração relativamente simples e econômico (CEREDA, 2003; MOORTHY, 2008). De acordo com a Tabela 4 os grânulos de mandioca apresentam em sua maioria o formato arredondado com uma superfície plana em um dos lados e ampla variação de tamanho, de 5 a 40 μm (MOORTHY, 2008; BERTOLINI, 2010). A produção de amidos modificados e amido resistente de tubérculos são semelhantes às obtidas para produzir amido modificado de milho, porém o resultado é diferente devido às suas características (DIAS, 2001; FREITAS; LEONEL, 2008; SIMSEK, 2008).

1.7.5. Fibra alimentar

O teor de fibras em tubérculos está relacionado ao tipo de cultivar e época da colheita. Por exemplo, quando as raízes de mandioca permanecem no solo além do estágio de maturidade, vai ocorrendo a lignificação das raízes, que se tornam duras e fibrosas, dificultando o seu uso industrial para produção de amido, farinhas etc. Os frutooligossacarídeos (FOS) e a inulina, que são fibras prebióticas, têm sido destacadas nos tubérculos: yacon (CEREDA, 2003b; SANTANA; CARDOSO, 2008) e chicória de Jerusalém (BACHU et al., 2012).

Bach et al. (2012) encontraram em variedades de chicória de Jerusalém com 20 a 22,8% de matéria seca, 1,6 a 2,2% de açúcar e 9,6 a 12% de inulina. Esta composição de carboidratos favorece o sabor doce e a textura crocante, no entanto, ela é pouco usada na dieta humana, apesar do grande potencial como alimento prebiótico. O yacon possui alto teor de água, em torno de 83 a 90% do peso fresco, e do restante do peso seco, possui de 70 a 80% de FOS, tendo baixo valor energético (VANINI et al., 2009). O seu uso foi negligenciado por longo tempo nas regiões andinas, onde é nativo, por não fornecer a energia necessária para o trabalho árduo em regiões frias, além de apresentar curta estabilidade ao armazenamento. Com o reconhecimento dos efeitos benéficos à saúde advinda do consumo de yacon, houve o aumento do interesse comercial e este passou a ser cultivado em outros países da América e outros continentes (SANTANA; CARDOSO, 2008). No Brasil, seu cultivo se iniciou em 1991, em Capão Bonito (SP) e seu consumo intensificou nos anos de 2000 e tornou-se conhecida como batata yacon pelas propriedades funcionais (OLIVEIRA; NISHIMOTO, 2004; SANTANA; CARDOSO, 2008).

1.7.6. Proteínas

Os teores de proteínas são irrisórios e só têm importância quando os tubérculos são consumidos em alta quantidade, como por exemplo em populações de baixa renda, que não tem outra fonte proteica. Não são proteínas de alto valor biológico, pois apresentam aminoácidos limitantes, como a lisina e treonina na batata, a metionina na mandioca e metionina e lisina no inhame. O coeficiente de eficiência proteica da batata é de 2,0 em comparação com o da caseína que é de 2,5 (CHEFTEL; CUQ; LORIENT; 1989). No processo de extração de amido de batata, que tem a separação das proteínas e das fibras, esses nutrientes são usados na ração animal (BERGTHALLER, 2004).

1.7.7. Lipídios

Os lipídios presentes estão em quantidades inexpressivas. Destaca-se o gengibre que apresenta um teor de óleo essencial de 0,9% (LEONEL; CEREDA, 2004) que lhe confere propriedades aromáticas e de sabor, com aplicações na medicina popular.

1.7.8. Minerais e Vitaminas

Na Tabela 5 está a composição em minerais e vitaminas de alguns tubérculos. Eles apresentam baixo teor de minerais totais, com baixo teor de cinzas. O potássio é o mineral mais abundante (USDA, 2013) sendo seguido pelo fósforo, que se encontra na forma de grupos fosfatos ligados ao amido.

Tabela 5 - Características dos grânulos de amidos de tubérculos*

Vitaminas, unidade (por 100 g) ¹	Batata com casca	Mandioca	Cará	Taro	Batata doce
Vitamina A, ERA	0	1	7	4	709
Vitamina A, UI	0	13	138	76	14187
Vitamina E, mg	-	0,19	0,35	2,38	0,26
Vitamina K, µg	-	1,9	2,3	1	1,8
Vitamina C, mg	11,4	20,6	17,1	4,5	2,4
Tiamina, mg	0,021	0,087	0,112	0,095	0,078
Riboflavina, mg	0,038	0,048	0,032	0,025	0,061
Niacina, mg	1,033	0,854	0,552	0,600	0,557
Vitamina B6, mg	0,239	0,088	0,293	0,283	0,209
Vitamina B12, µg	0	0	0	0,0	0
Folato, EFD µg	17	27	23	22	11
Minerais					
Cálcio, mg	30	16	17	43	30
Ferro, mg	3,24	0,27	0,54	0,55	0,61

Magnésio, mg	23	21	21	33	25
Fósforo, mg	38	27	55	84	47
Potássio, mg	413	217	816	591	337
Sódio, mg	10	14	9	11	55
Zinco, mg	0,35	0,34	0,24	0,23	0,30

¹ERA = Equivalente de Atividade de Retinol; UI = unidades internacionais; EFD:

Equivalente de folato dietético.

Fonte: USDA (2013).

Em relação às vitaminas pode-se destacar a cenoura e a batata doce como fontes de carotenoides (USDA, 2013). A maior parte dos tubérculos também apresenta bom conteúdo em vitaminas do complexo B (CEREDA, 2003; USDA, 2013). Porém, deve-se sempre levar em conta a quantidade consumida, devido ao alto valor energético (CEREDA, 2003).

1.7.9. Antioxidantes

As tuberosas como bardana, batata, batata doce amarela e roxa, cenouras, açafrão, yacon e beterrabas são conhecidas pelas propriedades antioxidantes de seus pigmentos. Os principais compostos antioxidantes são:

- I. **Vitaminas:** ácido ascórbico, carotenoides e alfa-tocoferol (TACO, 2001; USDA, 2013).
- II. **Compostos fenólicos:** Derivados dos ácido cafeico, ácido clorogênico, encontrado nas batatas, bardana e yacon; Antocianinas encontradas nas polpas de batatas vermelhas; glicosídeo peonidina, na batata-doce roxa; gingerol, diarilheptanoides, no gengibre.

1.8. FATORES TÓXICOS

Os principais compostos tóxicos encontrados em tubérculos e raízes são:

1.8.1. Glicoalcaloides

Glicoalcaloides nas batatas, com prevalência da solanina e chaconina. O seu efeito tóxico ocorre no sistema nervoso, causando fraqueza e confusão, dor de cabeça, diarreia, coma e morte (KRTKOVA et al., 2011). A sua concentração aumenta quando o tubérculo é exposto à luz, dano físico e envelhecimento. Eles são encontrados na casca e o cozimento em altas temperaturas os destrói parcialmente. Cabe ressaltar que a exposição da batata à luz pode promover o esverdeamento devido à síntese de clorofila, sendo que o esverdeamento por acúmulo de glicoalcaloide pode ocorrer de forma independente (FREITAS; LEONEL, 2008; CALBO, 2013).

1.8.2. Glicosídeo cianogênico

Identificados na mandioca e no taro, sendo que a primeira é a mais conhecida como cianogênica, especialmente devido a sua ampla distribuição e consumo (CEREDA, 2003). A mandioca por si só não é tóxica, mas capaz de gerar ácido cianídrico (HCN) pela presença de dois glicosídeos cianogênicos, a linamarina e a lotaustralina, na proporção de aproximadamente 93:7. Estes compostos cianogênicos e suas enzimas estão distribuídas por toda a planta. Para que ocorra a cianogênese é necessária que a estrutura tecidual da mandioca seja rompida, possibilitando que a enzima linamarase (β -glicosidase) entre em contato com a linamarina, hidrolisando-a enzimaticamente em glicose e α -hidroxinitrilas. Esta última pode ser catalisada por uma hidroxinitrila liase, transformando-se espontaneamente em pH>5, em ácido cianídrico e cetonas. No entanto, se o tecido ficar intacto, não ocorre a hidrólise e a linamarina permanece estável e inócua (CEREDA, 2003).

Lorenzi (2013), baseando-se em resultados de inúmeras análises químicas de raízes de mandiocas cultivadas no estado de São Paulo, classificou as mandiocas de forma usual e objetiva, segundo a sua quantidade total de ácido cianídrico que uma determinada amostra é capaz de liberar, em: mansas: menos de 100 ppm de HCN na polpa das raízes; intermediárias: de 100 a 200 ppm; bravas: mais de 200 ppm.

De acordo com este autor, embora a forma mais utilizada para classificação seja a degustação da polpa das raízes cruas (considerando que as bravas são mais amargas e as mansas, doces), este método é pouco seguro e confiável devido à subjetividade sensorial deste método, sendo importante a quantificação do teor de ácido cianídrico através de métodos químicos.

Segundo Mezette (2007), as raízes de mandiocas mansas podem ser consumidas in natura ou processadas, enquanto as bravas podem ser consumidas somente após serem submetidas a algum processo de detoxificação. Os métodos de detoxificação para eliminar os compostos tóxicos, normalmente se baseiam nas propriedades físicas dos glicosídeos cianogênicos, que são solúveis em água e voláteis. Esses métodos também se baseiam nos fatores que interferem na reação de hidrólise desses compostos cianogênicos, tais como o pH, atividade de água, temperatura e estado físico do alimento (íntegro ou cominuído) (CEREDA, 2003). Muitos métodos de processamento, como os utilizados para obtenção da farinha são considerados eficientes para eliminar o ácido cianídrico, especialmente nas etapas de fragmentação, prensagem, lavagem, secagem (acima de 180 °C) e fermentação (LORENZI, 2003; BLAGBROUGH et al., 2010).

No entanto, alguns autores, como Grizotto (2000) e Unung et al. (2006) afirmaram que apesar do processamento tradicional das raízes de mandioca diminuir substancialmente o teor dos compostos cianogênicos, em algumas variedades os níveis ainda são considerados acima do reconhecidamente seguro. Segundo Cereda (2003), no Brasil a toxicidade com o ácido cianídrico é rara, necessitando de um grande consumo de mandioca de uma única vez, pois a linamarina, a acetona cianoidrina e o ácido cianídrico não são cumulativos. No entanto, se ocorrer, pode causar danos neurológicos e até a morte por asfixia, uma vez que o HCN se liga ao ferro, interagindo com a hemoglobina e formando a cianohemoglobina, que impede o transporte de oxigênio para os tecidos.

Chisté et al. (2010), considerando que a farinha de mandioca (seca ou d'água) é a principal fonte de carboidrato para uma significativa parcela da população de menor poder econômico no estado do Pará, com consumo per

capita de 34 kg/ano, realizaram estudo de acompanhamento da concentração de cianeto total durante as etapas de produção da farinha de mandioca dos grupos seca e d'água. Os autores verificaram que nas etapas de processamento da farinha seca, as raízes de mandioca brava da variedade Olho Vermelho (16 meses) com $160 \pm 11,8$ mg HCN/kg passou para $5 \pm 0,2$ mg HCN/kg no produto final. Enquanto na produção da farinha d'água, as raízes da mesma variedade de mandioca acima, mas com 17 meses, apresentou teor de cianeto total de $321 \pm 21,6$ mg HCN/kg, e após o processamento, passou para $9 \pm 0,1$ mg HCN/kg, sendo evidenciado a eficiência do processo de detoxificação em ambos os processamentos e, portanto, os produtos analisados foram considerados seguros.

1.8.3. Cristais de oxalato solúveis e insolúveis

Os tubérculos e as folhas de taro e taioba podem conter ráfides de cristais de oxalato de cálcio, que podem ser solúveis ou insolúveis e podem provocar os seguintes sintomas: edema de lábios, boca e língua; náuseas, vômito, diarreia, salivação, dificuldade e asfixia; o contato com os olhos pode provocar irritação e lesão da córnea (OSCARSSON; SAVAGE, 2007). O cozimento em água pode reduzir os cristais de oxalato solúveis, quando a água de cozimento for descartada, porém o assamento do tubérculo pode aumentar as concentrações de oxalato, devido à perda de água (OSCARSSON; SAVAGE, 2007).

Oscarsson e Savage (2007), nos estudos de determinações de oxalato de cálcio em folhas de taro, afirmaram que o consumo destas devem ser evitados por pacientes renais ou com predisposição a formação de cálculos renais. As folhas de taioba apresentam menor concentração de cristais de oxalato, mas devem ser refogadas, somente depois de cozidas ou fervidas em água, que deverá ser descartada.

1.8.4. Acrilamida

É um carcinógeno genotóxico que ocorre em alimentos termicamente processados sob altas temperaturas, contendo na formulação açúcares redutores e o aminoácido asparagina ou por migração deste composto da embalagem para o produto acabado. Como principal exemplo tem-se as batatas fritas (LAUZURICA; FAYOS, 2007).

1.9. PROCESSOS

Os processos relacionados aos tubérculos são na maioria das vezes, muito simples, com uso culinário regional. Eles são termicamente tratados para gelatinização do amido, que pode ser obtido por cozimento, assamento ou fritura. Os tubérculos com maior aplicação industrial são a beterraba, que é usada para produção de açúcar de mesa; a batata, usada para produção de batatas fritas, chips, purês, extração de amidos, com formação de coprodutos; e a mandioca, que apresenta grande versatilidade de produtos.

Os tubérculos, como batata e batata doce, logo após a colheita, devem ser limpos para a retirada de sujidades como a terra, e se forem lavados, devem seguir para o processo de cura, que é realizada com a exposição do tubérculo ao sol. É importante que este processo seja realizado antes da comercialização para terem maior estabilidade ao armazenamento, uma vez que a lavagem dos tubérculos, logo após a colheita, torna-os mais apropriados para o consumidor, porém os deixa susceptível ao ataque de patógenos (CEREDA, 2003; SILVA, LOPES, MAGALHÃES, 2013). Os principais processos serão discutidos a seguir.

1.9.1. Tubérculos minimamente processados

A mandioca minimamente processada é uma alternativa para prolongar o período de comercialização das raízes, agregando valor à matéria prima e atendendo às necessidades do consumidor que procura produtos de fácil preparo. Os produtos minimamente processados são fisicamente alterados de

sua forma original, para tornálos convenientes ao preparo e consumo, permanecendo no estado fresco com qualidade e garantia de sanidade (JAMES; NGARMSAK, 2013), eles devem apresentar frescor característicos do produto in natura, qualidade aceitável pelo consumidor e estar livre de defeitos (RINALDI et al., 2013).

Rabanetes, nabos, cenouras, mandioca, mandioquinha-salsa, batata-doce e beterrabas são os tubérculos já disponíveis na forma minimamente processada. Os maiores entraves para tubérculos e raízes são o escurecimento enzimático, descoloração de algumas raízes, falta de condições necessárias para implantar o processo em agroindústrias, dificuldades em manter a cadeia de frio e de embalagens adequadas, a perda de massa fresca durante o processamento e a contaminação microbiológica (RINALDI et al., 2013).

O processo consiste em seleção e classificação da variedade adequada, por exemplo, no caso da mandioca, deve ser selecionada a de mesa, com baixo teor de ácido cianídrico, lavagem, descasque, segunda lavagem, sanitização, enxágue, drenagem, acondicionamento em embalagens adequadas, com ou sem utilização de vácuo ou mistura gasosa previamente definidas, e manutenção em temperatura (de refrigeração ou congelamento) até o consumo (RINALDI et al., 2013). Ao avaliar cenouras minimamente processadas, Pilon et al. (2006) verificaram um teor de β caroteno após estocagem, com perda de até 33% ao longo dos 28 dias de armazenamento.

1.9.2. Processamento por redução da atividade da água

Promover o maior aproveitamento de tubérculos por meio da produção de farinha estabilizada tem norteado nosso grupo de trabalho e já temos resultados promissores, como o uso de inhame (WAHANIK et al., 2015a), açafraão (WAHANIK et al., 2015b), batata roxa (NERI NUMA et al., 2015), batata doce biofortificada (SCARTON, 2017), em massas alimentícias. Estes tubérculos, quando processados em farinhas, apresentaram estabilidade ao armazenamento e facilidade de aplicação em produtos alimentícios, promovendo o aumento de fibras e da capacidade antioxidante.

Na Figura 38 pode-se observar fatias de cará-de-espinho no processo de secagem solar, sendo essa secagem vantajosa por utilizar uma energia limpa e abundante em nosso país, e vem sendo estudada em nosso grupo de pesquisa para sua replicação de forma eficiente, sanitária e adaptável aos diferentes grupos sociais.

A deterioração fisiológica pós-colheita da mandioca promovida por reações enzimáticas e microbiológicas, limita a validade das raízes para até 48 h após a colheita e o emprego de processos de industrialização que prolonguem a vida útil são de grande relevância (CEREDA, 2003), tais como a mandioca minimamente processada (BEZERRA et al., 2002; VIEITES et al., 2012); chips de mandioca (GRIZOTTO, 2000); palito pré-frito congelado (BERBARI, et al., 2011); entre outros produtos tradicionais, como a fécula, o polvilho doce e o azedo, e as farinhas (CEREDA, 2013). Entretanto, o principal produto de importância industrial é a fécula e seus derivados, com aplicação principalmente nas indústrias alimentícias, papelreira, mineração, têxtil e farmacêutica.



Figura 13. Fatias de cará-de-espinho, colocadas em grades de madeira para secagem solar

Fonte: Própria autoria.

Em alimentos, a fécula possui inúmeras utilizações, especialmente em produtos embutidos, entretanto a sua modificação física e/ou química ampliou ainda mais o mercado, tornando possível aplicações onde o amido nativo apresentou limitações de uso. Nabeshima e Grossmann (2001) realizaram o intercruzamento da fécula de mandioca utilizando processo de extrusão termoplástica e obteve uma redução significativa da coesividade da pasta. Outros tipos de modificação química da fécula de mandioca vêm sendo estudada, tais como o intercruzamento seguido da acetilação (MALI; GROSSMANN, 2008), hidrólise ácida (PLATA-OVIEDO, 1991; CÔNSOLE, 1988) oxidação (DIAS, 2001), acetilação e intercruzamento (TEIXEIRA, 2002) entre outros estudos.

Na literatura encontram-se disponíveis estudos utilizando derivados da mandioca para obtenção de snacks, especialmente com a incorporação de ingredientes que agregam valor ao produto através da melhoria do perfil nutricional, seja pela adição de fibras ou proteínas, conforme alguns exemplos de pesquisas utilizando fécula e farelo de mandioca (HASHIMOTO; GROSSMANN, 2003), fécula e amido resistente (FREITAS; LEONEL, 2008), farinha de mandioca e concentrado proteico de soro de leite, farinha de soja, fécula e farelo de mandioca (SILVA et al., 2011; TROMBINI; LEONEL; MISCHAN, 2013).

O processo de extrusão termoplástica também tem sido utilizado para instantaneização de produtos, tal como o estudo realizado por Lustosa et al. (2009) para obtenção de farinha de mandioca instantânea e por Souza e Leonel (2010) que obtiveram produtos instantâneos ricos em fibra a base de fécula de mandioca de polpa cítrica, entre outros estudos.

1.9.3. Produtos obtidos da industrialização da mandioca

Neste tópico serão destacados alguns produtos derivados do processamento da mandioca, assim como suas principais características.

1.9.3.1. Biscoito de polvilho

É um produto típico do Brasil, constituído basicamente de polvilho azedo, água, gordura e sal, por meio das etapas de escaldamento e/ou mistura, formatação e forneamento, resultam em produto expandido com crosta fina e estrutura alveolar macia e crocante (APLEVICZ; DEMIATE, 2007).

1.9.3.2. Farinha de mandioca

1.9.3.2.1. De mesa e d'água ou de puba

É obtida das raízes de mandioca devidamente limpas, descascadas, raladas, prensadas, peneiradas e secas em forno em processo lento ou rápido. Enquanto a farinha d'água ou de puba, originária da região amazônica, mas consumida até o Estado do Maranhão, é obtida a partir da fermentação das raízes (ou pubagem), que são colocadas na água, descascadas ou não e fermentadas por tempo variado. Depois de amolecidas, são descascadas, raladas, trituradas, peneiradas e secas. A alta temperatura de secagem proporciona a farinha uma granulometria mais grossa. Estas duas farinhas podem ser classificadas em subgrupos segundo a sua granulometria em farinha fina (máximo de 30% menor que 2 mm) e grossa (pelo menos 30% maior que 2 mm). Estes subgrupos se dividem em farinhas d'água (grossa) e seca (fina), em fina polvilhada, média, grossa e beiju (aspecto de flocos) (CEREDA, 2003).

1.9.3.2.2. Integral de mandioca

Se assemelha à farinha de raspas, diferenciando-se por utilizar um processo mecanizado similar ao da extração da fécula, sendo obtida a partir da secagem em flash dryer da massa ralada e prensada da mandioca (CEREDA, 2003).

1.9.3.2.3. De raspas

É a farinha obtida a partir da moagem de produtos secos, tais como as lascas (raízes cortadas em fragmentos grandes), aparas (fatias de raízes) ou raspas (fragmentos pequenos). Dois tipos de farinha de raspas podem ser produzidos, para alimentação humana ou animal, devendo o primeiro tipo ser fabricada mais cuidadosamente, incluindo etapas de lavagem, descascamento, corte mecânico e secadores. Este tipo de farinha foi muito utilizado no passado para substituir parcialmente a farinha de trigo em produtos de panificação e atualmente tem sido utilizado como ingrediente para produção de drageados salgados (CEREDA, 2003).

1.9.3.2.4. De tapioca

É um produto obtida através do aquecimento da fécula úmida, cerca de 55%, e levada ao forno a temperatura de 70 a 80 °C, para permitir a geleificação do amido. A fécula é revolvida enquanto gelifica e seca, permitindo a agregação em partículas irregulares. Pode ser utilizados na produção de bolos, mingaus (CEREDA, 2003).

1.9.3.2.5. Polvilho azedo

É a fécula fermentada naturalmente ou com uso de inóculos, seco ao sol, que se caracteriza por apresentar a propriedade de expansão, sem a adição de agentes de crescimento, biológicos ou químicos (CEREDA, 2003; PLATA-OVIEDO, 1991).

1.9.3.2.6. Polvilho doce

É a fécula produzida artesanalmente através de secagem ao sol. Se diferencia do polvilho azedo quanto à acidez, com valor de acidez titulável máxima de 5 mL NaOH N/100 g, enquanto o polvilho doce é de no máximo 1 mL NaOH N/ 100 g (CEREDA, 2003).

1.9.3.2.7. Tapioca de goma ou tapiquinha

É o produto obtido da fécula úmida (cerca de 50%) peneirada ou esfarelada, que ao ser espalhada em uma chapa aquecida, forma-se uma placa/disco tal como o de uma panqueca, podendo receber com diversos tipos de recheios (CEREDA, 2003).

1.9.3.2.8. Sagu

Produto originalmente produzido de amido de palmeira, mas também pode ser preparado a partir da mandioca, no qual a fécula com 30% de umidade é aquecida sobre uma superfície metálica de um cozedor especial, sofrendo cozimento que aglomera os grânulos, evaporando a água e gelificando o amido, conduzindo a formação de grânulos translúcidos (CEREDA, 2003).

1.9.3.2.9. Outros produtos

Já existem produtos regionais industrializados como chips de tubérculos, os de cará roxo que podem ser encontrados principalmente em Manaus (Amazonas), e em preparações artesanais como em bolos, os tubérculos são utilizados na forma in natura (Figura 14A) e de farinha (Figura 14B).



Figura 14. Bolo feito com taro ralado cru acompanhado de taro in natura e

geleia de cupuaçu (A); fatia de bolo de cará roxo com banana da terra acompanhado de banana da terra in natura (B).

Fonte: Autoria própria.

1.10. EFEITOS DO PROCESSAMENTO NO VALOR NUTRITIVO

Os tubérculos com alto teor de amido quando cozidos, assados ou fritos apresentam alto índice glicêmico, pois o amido gelatinizado será facilmente usado pelas amilases do sistema digestório humano.

Na Tabela 12 pode-se ver alguns exemplos de produtos processados de tubérculos. A variação no valor nutricional está diretamente ligada a adição de outros ingredientes, como por exemplo, o alto valor energético do pão de queijo e do biscoito de polvilho. Nos processos de produção de farinhas, como por exemplo a farinha de mandioca, há perda de água e conseqüente aumento dos teores dos demais nutrientes. Já nos processos de fritura, percebe-se considerável aumento do teor de lipídios, tornando o produto com alto valor energético devido a perda de água, gelatinização do amido e aumento do teor de lipídeos.

Nos processos de cozimento têm-se verificado perdas de nutrientes solúveis para a água de cozimento, principalmente os sais solúveis de potássio, como exemplo, o taro cru apresenta 591 mg/100 g, já o taro cozido tem 484 mg/100 g (USDA, 2013).

1.10.1. FACILITANDO O ENTENDIMENTO

Para conhecer mais as etapas do beneficiamento em grande escalada mandioca em farinha torrada, não deixe de assistir ao vídeo: “Farinheira – conheça o processo da mandioca até a farinha”, publicado no Canal “Momento Agro”. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=fDXKHHMj_9A. Assista; também ao vídeo: “Processo de beneficiamento da mandioca”, publicado em 2021 no Canal Sítio Agroflorestal, que apresenta as etapas para a produção de farinha de mandioca

crua, em pequena escala. Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=2kRVp2868PE>.

Aproveitando a temática deste capítulo, sugere-se também o vídeo: “Nico e o tubérculo”, publicado em 2017 no Canal Saps Secretaria de Atenção Primária à Saúde, voltado para estudantes do Ensino Fundamental I, que aborda os temas cultura alimentar, comensalidade e grupos de alimentos. O vídeo é uma ótima ferramenta para de educação alimentar e nutricional, incentivo às práticas hábitos culinários e valorização do valor cultural da alimentação. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=biq3xE3O3Zc>.

Tabela 5. Valor nutricional de produtos de tubérculos (g/100 g).

Produto	Umidade	Proteínas	Lipídios	Cinzas	Carboidratos	Fibra Alimentar	Energia (Kcal)
Batata, baroa, cozida	79,3	0,9	0,2	0,8	18,9	1,8	80
Batata, doce, cozida	80,4	0,6	0,1	0,4	18,4	2,2	77
Batata, frita, tipo chips, industrializada	2,7	5,6	36,6	3,9	51,2	2,5	543
Batata, inglesa, cozida	86,4	1,2	Tr ¹	0,5	11,9	1,3	52
Batata, inglesa, frita	44,1	5,0	13,1	2,2	35,6	8,1	267
Batata inglesa, sauté	83,1	1,3	0,9	0,6	14,1	1,4	68
Mandioca, cozida	68,7	0,6	0,3	0,4	30,1	1,6	125
Mandioca, farofa, temperada	6,4	2,1	9,1	2,1	80,3	7,8	406
Mandioca, frita	36,6	1,4	11,2	0,6	50,3	1,9	300
Polvilho, doce	12,6	0,4	Tr	0,2	86,8	0,2	351
Farinha, de mandioca, crua	9,4	1,6	0,3	0,9	87,9	6,4	361
Farinha, de mandioca, torrada	8,3	1,2	0,3	1,0	89,2	6,5	365
Farinha, de puba	9,8	1,6	0,5	0,8	87,3	4,2	360
Fécula, de mandioca	17,8	0,5	0,3	0,3	81,1	0,6	331
Pão, de queijo, assado	33,7	5,1	24,6	2,3	34,2	0,6	363
Pão, de queijo, cru	41,8	3,6	14,0	2,0	38,5	1,0	295
Tapioca, com manteiga	24,9	0,1	10,9	0,5	63,6	Tr	348
Biscoito polvilho doce	5,4	1,3	12,2	0,5	80,5	1,2	1831

¹ Tr: traço.

Fonte: TACO (2011).

1.11. BIOFORTIFICAÇÃO

Considerando os problemas nutricionais enfrentados pelos países em desenvolvimento, como o Brasil, a biofortificação das raízes tuberosas que são a base da alimentação de muitas regiões carentes, pode ser uma alternativa viável para melhorar a qualidade de vida destas populações por meio da ingestão de micronutrientes essenciais. Segundo Harvest Plus (2006), a introdução de produtos agrícolas biofortificados proporciona também maior sustentabilidade e baixo custo para os agricultores e consumidores. Estudos sobre melhoramento de mandioca e batata doce via seleção e cruzamento de genes chaves como forma a obter biofortificação no campo, vem sendo estudada por Mezzete (2007); Vieira et al. (2011); Parra et al. (2009), entre outros.

A biofortificação de alimentos consiste no melhoramento de culturas, elevando o teor de micronutrientes, sendo utilizada como forma de fornecer o aporte de nutrientes necessários, considerando dietas restritas e de baixa diversificação. No Brasil pesquisas desenvolvidas pela Rede Biofort da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), vinculada ao programa AgroSalud, visam a propagação de cultivares biofortificados como estratégia ao combate da desnutrição e insegurança alimentar e nutricional, direcionando programas educativos junto a produtores e instituições de ensino, com vinculações a projetos de merenda escolar.

Em parceria com o Centro Internacional de La Papa, a EMBRAPA obteve o cultivar de batata-doce Beauregard, desenvolvido pela Louisiana Agricultural Experiment Station (1981). Esta cultivar caracteriza-se pela casca escura e avermelhada, polpa macia e sabor mais adocicado após o cozimento, sendo categorizada no grupo de batatas de polpa macia (ALVES et al., 2012; FERNANDES et al., 2014; BERNI et al., 2015), sendo destacada pelo elevado teor em carotenoides, possuindo polpa de coloração alaranjada (Figura 15). Os compostos carotenoides são pigmentos naturais com ampla distribuição na natureza, sendo responsáveis pelas cores laranja, vermelho e amarelo em vegetais em frutos, flores e raízes (UENOJO; MARÓSTICA JUNIOR; PASTORE, 2007). Certos carotenoides são capazes de serem convertidos em vitamina A.



Figura 15. Batata doce biofortificadas.

Fonte: Autoria própria

A enzima responsável por esta conversão é a 15,15-dioxigenase, sendo denominados carotenoides provitamina A (MANN; TRUSWELL, 2007). O β -caroteno é o mais difundido carotenoide provitamina A, sendo o principal carotenoide encontrado em batata-doce de polpa alaranjada (VAN JAARVELD, 2006b; BERNI et al., 2014). A vitamina A é um micronutriente essencial, ou seja, que deve ser ingerido por não ser produzido pelo organismo humano e que desempenha funções fisiológicas importantes à manutenção da saúde, necessária ao crescimento e reparo dos tecidos (MANN; TRUSWELL, 2007). Também possui efeito na melhoria da imunidade, na comunicação intracelular e contra doenças relacionadas ao envelhecimento, possuindo efeito sinérgico com outras vitaminas, tais como a vitamina C e E. A biofortificação em vitamina A é uma das estratégias mais efetivas para o combate de hipovitaminose A, auxiliando também na elevação da absorção de ferro, o que é importante no combate à anemia (Van JAARVELD, 2006a; TANUMIHARDJO, 2008).

Em estudos, a cultivar Beauregard apresentou média de 115 μg de β -caroteno/g (BERNI et al., 2014), apresentando teores de provitamina A 10 vezes mais elevados, em comparação com variedades comumente consumidas no Brasil (ALVES et al., 2012). Além da biofortificação, também vêm sendo realizados estudos sobre variedades de mandioca com características especiais, tal como o estudo sobre uma variedade de mandioca nativa da Amazônia, considerada uma mutação genética natural de outras mandiocas, e que recebeu o nome de mandioca açucarada. Esta

variedade apresenta alto teor de água, baixo ácido cianídrico, maior concentração de açúcar e menor quantidade de amido em relação aos valores médios das demais. De acordo com estas características, os pesquisadores estão verificando a possibilidade desta mandioca ser utilizada como alternativa para a produção de álcool (SÍGLIA, 2013).

1.12. PERSPECTIVAS FUTURAS

A mandioca, assim como a batata, batata doce, inhame e outras raízes e tubérculos, são importantes fontes de carboidratos, portanto, contribuem com energia, mas possuem quantidades muito pequenas dos demais nutrientes. Possuem importância nas regiões carentes, especialmente a mandioca, o taro e o inhame, por serem considerados itens básicos da alimentação de muitas populações.

Atualmente é necessário promover a valorização do consumo regional dos tubérculos, facilitando o plantio, a colheita e o processamento com o desenvolvimento de equipamentos, maquinários para o pequeno e médio produtor. A sociedade pode estabelecer e divulgar mais aplicações alimentícias, ampliar o conhecimento por meio da interação universidade e comunidade, ampliar as pesquisas acadêmicas e de extensão e promover eventos culturais. No futuro, com auxílio da biotecnologia, há uma perspectiva de que sejam desenvolvidas variedades de raízes e tubérculos com maior valor nutricional, maior vida útil, amidos interessantes para uso industrial, e outras características desejáveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem os recursos destinados a alunos de pós-graduação, como bolsas e auxílios da Capes (fundo 001) e CNPq, os bolsistas SAE-Unicamp, Evanilson Garcia Pessoa, Tábata Duarte da Gama, Maria Luísa, Maria Beatriz, a bolsista de iniciação científica, Cybele, a técnica Izilda de Fátima Rodrigues, ao prof. Pedro Campelo, da UFV, ao Prof. Domingos, ao Valdely Ferreira Kinupp, e professores e colegas da Universidade Federal do Amazonas, ao Instituto Federal do Amazonas, ao Chiquinho, Frank e a população de Caapiranga pela acolhida. A Fundação Cargill, pelos recursos concedidos para o projeto de pesquisa e extensão:

Amidos e fibras ainda não comercializados, que está permitindo uma grande valorização dos tubérculos e raízes regionais que passaram a estar no centro das pesquisas acadêmicas e extensão universitária.

Referências

- APLEVICZ, K. S.; DEMIATE, I. M. Caracterização de amidos de mandioca nativos e modificados e utilização em produtos panificados. *Ciência & Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 3, p.478-484, 2007.
- BACH, V.; KIDMOSE, U.; KJELDSEN, B. G.; EDELENBOS, M. Effects of harvest time and variety on sensory quality and chemical composition of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers. *Food Chemistry*, v. 133, p. 82–89, 2012.
- BERBARI, S. A. G.; PRATI, P.; FREITAS, D. G. C.; VICENTE, E.; ORMENESE, R. C. S. C.; FAKHOURI, F. M. Utilização de coberturas comestíveis para redução de absorção de gordura em produtos estruturados pré-fritos congelados de mandioca. *Braz. J. Food Technol.*, v. 14, n. 3, p. 172-180, 2011.
- BERGTHALLER, W. Development in potato starches. In: Eliasson, A.-C. *Starch in food*. CRC Press, Boca Ratón, cap.8, s.p.
- BERTOLINI, A. C. Trends in starch applications. Bertolini, A. C. *Starches: Characterization, Properties, and Applications*. CRC Press, Boca Rotan, FL, Chapter 1, p-1-20, 2010.
- BEZERRA, V. S.; PEREIRA, R. G. F. A.; CARVALHO, V. D.; VILELA, E. R. Raízes de mandioca minimamente processadas: Efeito do branqueamento na qualidade e na conservação. *Ciência e agrotecnologia*, v.26, n.3, p.564-575, 2002.
- BLAGBROUGH, I. S., BAYOUMI, S. A. L. ROWAN, M. G.; BEECHING, J. R. Cassava: An appraisal of its phytochemistry and its biotechnological prospects. *Phytochemistry*, v. 71, n.17/18, p.1940-1951, 2010.
- BRASIL. Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Consea). II Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, 17-20 março, 2004. Brasília: Consea; 2004.
- BRASIL. Lei Nº 11.947, DE 16 de junho de 2009. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11947.htm, acesso em: 12 dez. 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Hortaliças nãoconvencionais: (tradicionais)/ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo- Brasília: MAPA/ACS, 2010. 52p.
- CALBO, A. G. Batata (*Solanum tuberosum*). Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/batata.htm, acesso em: 10 jan. 2013.
- CÂMARA, F. L. A.; SANTOS, F. F. Cultura da mandioquinha-salsa. In: Cereda, M. P. *Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas*, Fundação Cargill, São Paulo, v.2., Cap. 26, p. 519-532, 2003.
- CÂMARA, G. M. S.; GODOY, O. P.; FRANCISO, J. M.; LIMA, U. A. Mandioca: Produção, pré-processamento e transformação agroindustrial (Série Agroindustrial no. 4). São Paulo: Secretaria da Ind., Ciência e Tecnologia, 1982. 44p.
- CAVALLI, V.L.L.O; SORDI, C., TONINI, K., GRANDO, A.; MUNERON, T., GUIGI, A.; ROMAN JÚNIOR, W.A. Avaliação in vivo do efeito hipoglicemiante de extratos obtidos da raiz e folha de bardana *Arctium minus* (Hill.) Bernh. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v.17, n.1, p. 64-70, 2007.
- CEREDA, M. P. *Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas*, v.2. Fundação Cargill, São Paulo, 2003.
- CEREDA, M. P. Importância das tuberosas tropicais. In: Cereda, M. P. *Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas*, v.2, cap. 1, p. 13-25, Fundação Cargill, São Paulo, São Paulo, 2003b.
- CHEFTEL, J.C.; CUQ, J.L.; LORIENT, D. *Proteínas Alimentarias*. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, 1989.p.346.
- CHISTE, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; OLIVEIRA, S. S. Quantificação de cianeto total nas etapas de processamento das farinhas de mandioca dos grupos seca e d'água. *Acta Amazônica*, v.40, n.1, p.221-226, 2010.
- CÔNSOLE, F. M. Z. S. Otimização das condições de hidrólise ácida do amido de mandioca para obtenção de substituto de gordura: caracterização de hidrolisados e aplicação em bolos.

- Tese de doutorado em Tecnologia de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 1998. 171p.
- DIAS, A. R. G. Efeito de oxidantes, de ácidos orgânicos e da fração solúvel em água na propriedade de expansão do amido de mandioca fermentado. Tese de Doutorado em Tecnologia de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 2001. 166p.
- DIAS, F. C. P.; SILVA, E. R. Análise físico-química de cará-de-espinho (*Dioscorea chondrocarpa* Griseb.) produzido em Manaus. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.1, p.3859-3869 jan. 2021.
- ELIASSON, A.C. *Starch in food*. CRC Press, Boca Ratón, Fl. 2004, s.p.
- FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>, acesso em 10 de janeiro de 2013.
- FIGUEIREDO, J. A. Seleção de clones de batata-doce com potencial de utilização na alimentação humana e animal. Dissertação de mestrado em Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. 2011. 55p.
- FÓRUM Mundial de Soberania Alimentar (2001). Final Declaration. Havana, Cuba, 7 de setembro de 2001. disponível em: <http://www.foodfirst.org/media/news/2001/havanadeclaration.html>. Acesso em: 18 maio 2022.
- FREITAS, T. S.; LEONEL, M. Amido resistente em fécula de mandioca extrusada sob diferentes condições operacionais. *Alimentos e Nutrição*, v.19, n.2, p. 183-190, 2008.
- GOWERS, S. SWEDES AND TURNIPS. In.: Bradshaw, J.E. *Root and Tuber Crops*. Ed. Springer Science, 2010, cap. 8, p. 245-289.
- GRIZOTTO, R. K. Mandioca "chips" uma tecnologia para aproveitamento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Tese de doutorado em Tecnologia de Alimentos da UNICAMP, Campinas, SP, 2000. 130p.
- GROMMERS, H.E.; VAN DER KROGT, D.A. Potato starch: production, modifications and uses. In: BeMiller, J.N.; Whistler, R.L. *Starch, Chemistry and Technology*, 3ed. Ed. Elsevier, p. 511-539, 2009.
- HARVEST PLUS (2006). Desenvolvendo produtos agrícolas mais nutritivos. Disponível em: <http://www.harvestplus.org/pdf/brochurepo.pdf>. Acesso em jan. 2013.
- HASHIMOTO, J. M.; GROSSMANN, M. V. E. Effects of extrusion conditions on quality of cassava bran/cassava starch extrudates. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 38, n. 5, p. 511-517, 2003.
- JAMES, J. B. AND NGARMSAK. T. Processing of fresh-cut tropical fruits and vegetables: a technical guide. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/014/i1909e/i1909e00.pdf>. Acesso em 12 de janeiro de 2013.
- KRTKOVA, V.; SCHULZOVA, V.; NOVOTNA, H.; DVORAK, P.; HAJLSLOVA, J. Quality of potatoes from different farming systems. 3 rd Scientific Conference: New findings in organic farming research and their possible use for Central and Eastern Europe, Prague, Czech Republic, November 14 - 15, 2011. Disponível em <http://orgprints.org/20470>. Acesso em: 12 maio 2022.
- LAUZURICA, L. Z.; FAYOS, J. G. Acrilamida en patatas fritas y productos de aperitivo elaborados en la Comunidad Valenciana. *Gaceta Sanitaria*, v.21, n.4, p.334-7, 2007.
- LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. *Ciência e Tecnologia Alimentos*, v. 22, n.1, p. 65-69, 2002.
- LIMA, K. S. C.; LIMA, A.L.S.; LUCHESE, R.H.; GODOY, R.L.O; SABAA-SRUR, A.U.O. Cenouras minimamente processadas em embalagens com atmosferas modificadas e tratadas com radiação gama: avaliação microbiológica, físico-química e química. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 23, n. 2, p. 240-250, 2003.
- LORENZI, J. O. Mandioca. *Boletim Técnico da CATI*, n. 245, 1a ed., Campinas, 2003. 116p.
- LUSTOSA, B. H. B.; LEONEL, M.; LEITE, T. D.; FRANCO, C. M. L.; MISCHAN, M. M. Produção de farinha instantânea de mandioca: efeito das condições de extrusão sobre as propriedades térmicas e de pasta. *Acta Scientiarum Technology*, v. 31, n. 2, p. 231-238, 2009.

- MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E. Efeito da adição de sacarose em algumas propriedades funcionais de adpatos de diamido acetilados produzidos via extrusão. *Brazilian Journal and Food Technology*, v.2, n.1/2, p.51-55, 1999.
- MARANGONI, A. Potencialidade de aplicação de farinha de Yacon (*Polymnia sonchifolia*) em produtos à base de cereais. Tese de Mestrado em Tecnologia de Alimentos da UNICAMP, Campinas, SP, 2007. 105p.
- MELO FILHO, P. A.; SANTOS, R. C.; SANTOS, R. C. M. J. W.; ANUNCIAÇÃO FILHO, C.L J. Classificação de germoplasma de *Dioscorea* sp. através da análise das componentes principais. *Ciência Rural*, v.30, n.4, p. 619-623, 2000.
- MENEZES, E.W., GIUNTINI, E.B., DAN, M.C.T., LAJOLO, F.M. New information on carbohydrates in the Brazilian Food Composition Database. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 22, p.446-452, 2009.
- MEZETTE, T. F. Seleção de variedades de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) com altos teores de carotenoides e vitamina A. 2007. 58f. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) – Pós- Graduação – IAC.
- MONDINI, L., MONTEIRO, C. A. Mudanças no Padrão da Alimentação da População Urbana Brasileira (1962-1988). *Revista de Saúde Pública*, v.28, n.6, p.433-9, 1994.
- MOORTHY, S. N. (2004). Tropical sources of starch. In Eliasson, A.-C. *Starch in food*. CRC Press, Boca Ratón, FL, cap. 11, p. 321-359.
- MORO, T. M. A, PEREIRA, A. P. A., LOPES, A. S., PASTORE, G. M., CLERICI, M. T. P. D. S. Retention of bioactive compounds and bifidogenic activity of burdock roots subjected to different processes. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, v. 27, n. 100448, 2022.
- MORO, T. M. A., PEREIRA, A. P. A., LOPES, A. S., BARBIN, D. F., PASTORE, G. M., CLERICI, M. T. P. S. Use of burdock root flour as a prebiotic ingredient in cookies. *LWT – Food Science and Technology*, v. 90, p. 540-546, 2018.
- NABESHIMA, E. H., MORO, T. M. A., CAMPELO, P.H., SANT'ANA, CLERICI, M. T. P. S. Tubers and roots as a source of prebiotic fibers. Chapter 7. In: *Advances in Food and Nutrition Research*, v. 94, p. 267-293, 2020.
- NABESHIMA, E.H., GROSSMANN, M.V.E. Functional properties of pregelatinized and cross-linked cassava starch obtained by extrusion with sodium trimetaphosphate. *Carbohydrate polymers*, v. 45, n. 4, p. 347-353, 2001.
- NEVES, E. C. A.; NASCIMENTO, G. C.; FERREIRA, A. R.; NEVES, D. A.; FUKUSHIMA, A. R.; LEONI, L. A. B.; CLERICI, M. T. P. S. Classificações e características nutricionais e tecnológicas de farinhas de mandioca comercializadas em Belém, Pará, Brasil. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 23, e2019143, 2020.
- NJINTANG, A.Y.N.; SCHER, J.; MBOFUNG, C.M.F. Physicochemical, thermal properties and microstructure of six varieties of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) flours and starches. *Journal of Food Engineering*, v. 86, n. 2, pp. 294–305, 2008.
- OLIVEIRA, M.A.; NISHIMOTO; E.K. Avaliação do desenvolvimento de plantas de yacon (*Polymnia sonchifolia*) e caracterização dos carboidratos de reservas em HPLC. *Brazilian Journal Food Technology*, v.7, n.2, pp. 215-20, 2004.
- OSCARSSON, K.V.; SAVAGE, G.P. Composition and availability of soluble and insoluble oxalates in raw and cooked taro (*Colocasia esculenta* var. Schott) leaves. *Food Chemistry*, v.101, pp. 559–562, 2007.
- PARRA, E. S. B.; GALERA, J. M. S. V.; VALLE, T. L. Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a características agrônômicas, tecnológicas e químicas. *Bragantia*, v.68, n.3, p.601-609, 2009.
- PILON, L.; OETTERER, M.; GALLO, C.R., SPOTO, M.H.F. Shelf life of minimally processed carrot and green pepper. *Ciência Tecnologia Alimentos*, v.26, n.1, p.150- 158, 2006.
- PLATA-OVIEDO, M. S. V. Efeito do tratamento ácido nas propriedades físicoquímicas e funcionais do amido de mandioca. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 1991. 156p.

- RINALDI, M.M.; BENEDETTI, B.C.; VIEIRA, E.A.; MORETTI, C.L.; FIALHO, J.F. Processamento Mínimo: uma alternativa para os produtores de mandioca de mesa do Cerrado. 277. ISSN online 2176-5081, 2010. 48p.
- SANTANA, I.; CARDOSO, M.H. Raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): potencialidade de cultivo, aspectos tecnológicos e nutricionais. *Ciência Rural*, v.2, n.38; pp. 898-905, 2008.
- SCARTON, M. Avaliação tecnológica, funcional e sensorial de massas alimentícias sem glúten com farinha de batata-doce biofortificada em provitamina A. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 2017. 157p.
- SCOTT, G. J.; ROSEGRANT, M. W.; RINGLER, C. Roots and Tubers for the 21st Century Trends, Projections, and Policy Options. International Food Policy Research Institute, 2000, ISBN 0-89629-635-0.
- SEN, M.; AKGUL, A.; OZCAN, M. Physical and chemical characteristics of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) corms. *Turkish Journal of Agriculture and Food Chemistry*, v.25, pp. 427-432. 2001.
- SÍGLIA, R. Mandioca açucarada para produção de álcool é tema de pesquisa. Disponível em: <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2012/abril/2asemana/mandioca-acucarada-para-producao-de-alcool-e-tema-de-pesquisa/>. Acesso em: jan. 2013.
- SILVA, P. A.; ASSIS, G. T.; CARVALHO, A. V.; SIMÕES, M. G. Desenvolvimento e caracterização de cereal matinal extrudado de mandioca enriquecido com concentrado proteico de soro de leite. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 14, n. 4, pp. 260- 266, 2011.
- SILVA, J.B.; LOPES, C.A.; MAGALHÃES, J.S. Cultura da batata-doce/ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional Pesquisa de Hortaliças. –Brasília: EMPRAPA-SPI, 2004. Disponível em <http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/batatadoce>. Acesso em: 18 maio 2022.
- SIMSEK S; EL SN. Production of resistant starch from taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) corm and determination of its effects on health by in vitro methods. *Carbohydrates Polymers*, v. 90, n.3, pp.1204-9, 2012.
- SOUZA, R. P. de; MAIA, A. G.; MELO, N. G. M.; DANTAS, L. O.; MORENO, M. N.; MARTIM, S. R. Dioscorea bulbifera flour: a technological alternative for valuing the tuber available in the Amazon. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 15, pp. e589101523729, 2021.
- SOUZA, L. B.; LEONEL, M. Efeito da concentração de fibra e parâmetros operacionais de extrusão sobre as propriedades de pasta de misturas de fécula de mandioca e polpa cítrica. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 30, n. 3, pp. 686-692, 2010.
- TACO - TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS - NEPA-UNICAMP 4. ed. Campinas NEPA-UNICAMP, 2011. 161p. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco>, acesso em: 10 jan. 2013.
- TEIXEIRA, M. A. V. Amidos quimicamente modificados empregados na substituição de gordura em alimentos. Tese de doutorado em Tecnologia de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 2002. 137p.
- TROMBINI, F. R. M.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. Desenvolvimento de snacks extrudados a partir de misturas de farinha de soja, fécula e farelo de mandioca. *Ciência Rural*, v.43, n.1, p.178-184, 2013.
- UNUNG, J.E.; AJAYI, O.A.; BOKANGA, M. Effect of local processing methods on cyanogen content of cassava. *Tropical Science*, v.46, pp. 20-22, 2006.
- USDA National Nutrient Database for Standard Reference. December of 2011, Disponível em <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>. Acesso em: 20 jan. 2013.
- VANINI, M.; BARBIERI, R.L.; CEOLIN, T.; HECK, R.M.; MESQUITA, M.K. A relação do tubérculo andino yacon com a saúde humana. *Ciência, Cuidado e Saúde*, v.8 (suplem.), pp.92-96, 2009.
- VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; FALEIRO, F. G., BELLON, G.; SILVA, M. S. Caracterização molecular de acessos de mandioca biofortificados com potencial de uso no melhoramento genético. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 2, pp. 457-463, 2011.
- VIEITES, R. L.; DAIUTO, E. R.; CARVALHO, L. R.; GARCIA, M. R.; LOZANO, M. G.; WATANABE, L. M. Mandioca minimamente processada submetida a radiação gama Fresh cut

cassava subjected to gamma radiation. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 33, n. 1, pp. 271-282, 2012.

· CAPÍTULO 3 ·

Processamento de novas farinhas

Este capítulo foi submetido a publicação no livro “Tópicos Avançados de Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Alimentos”, Viçosa, Minas Gerais, 2023, conforme convite da Prof^a Dra Mária Hermínia Ferrari Felisberto (Anexo 2).

Processamento de novas farinhas

Gustavo Costa do Nascimento e Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici

Resumo

A produção de farinhas a partir de matérias-primas amiláceas é realizada e importante para a conservação de raízes e tubérculos que possuem grande quantidade de água quando *in natura*. Para mandioca a produção de farinha já é bem estabelecida e produzida pela agricultura familiar, sendo um produto presente nas refeições e que gera renda para quem a produz. A secagem do tubérculo em forma de farinha pode acontecer em casas de farinha, através de secadores elétricos e até mesmo de forma solar. Apresenta-se aqui um exemplo completo e detalhado do caminho de um tubérculo (cará-de-espinho), passando por seu processamento, até comercialização, observando-se pontos a serem considerados durante o fluxo, importantes para a segurança do alimento, manutenção das características nutricionais e que influenciam no custo de produção e comércio, dentre eles temos o corte, pré-tratamento e condições de secagem, que afetarão diretamente o produto. Novas farinhas de tubérculos podem ser estudadas para produção de produtos que originalmente utiliza-se as farinhas de trigo e milho, sendo ingredientes para agregação no valor nutricional e ligados a produções regionais de alimentos.

Palavras-chave: tubérculos, processamento, secagem, agricultura familiar.

1. Introdução

As raízes e tubérculos têm grande importância no abastecimento interno de alimentos, na manutenção e preservação de conhecimentos tradicionais, na cultura brasileira na geração de renda à agricultura familiar, fazendo de seu consumo, uso em preparações e processamento, importantes para a Soberania Alimentar dos diferentes territórios brasileiros (NABESHIMA et al., 2022).

Segundo a CONAB (2021) o grupo de alimentos das raízes e tubérculos representam 40% das perdas e desperdício de alimentos na América Latina, podendo-se dizer que são perdas importantes fontes de macro e micronutrientes para a manutenção da Segurança Alimentar e Nutricional.

A aplicação de tecnologias para a conservação por redução da atividade de água é uma opção para a redução do desperdício e perdas de alimentos. A produção de farinhas pode representar uma solução para aumentar a estabilidade ao armazenamento dos alimentos e promover o seu consumo regular ao longo da entressafra, promovendo a diversidade alimentar.

Neves et al. (2020), apresenta que a raiz de mandioca possui umidade superior a 60%, devendo ser consumida imediatamente ou submetida a processo de secagem para evitar o desenvolvimento de compostos amargos e marrons/esverdeados na raiz colhida, sendo o tratamento térmico importante para obtenção dos alimentos derivados dessa raiz, como a farinha de mandioca.

A produção de farinha de mandioca, que acontece tradicionalmente em unidades conhecidas como casas de farinha (Figura 1), apresenta-se, segundo Neves et al. (2020), como uma atividade de grande importância socioeconômica, por ser fonte de renda para a agricultura familiar e por produzir alimentos consumidos nas principais refeições da população, principalmente da região norte do Brasil.



Figura 1. Tecnologias da casa de farinha utilizadas para a produção de farinha de mandioca, sendo A = moedor e B = forno com chapa (secagem da massa), encontradas no município de Caapiranga (AM)

Fonte: Própria autoria

No caso das farinhas produzidas a partir de raízes e tubérculos, a principal operação unitária aplicada é a secagem, a qual, segundo Fellows (2009), é um processo já conhecido desde a antiguidade e permite a redução do conteúdo de água dos alimentos, tendo como consequência a inibição das atividades química, enzimática e microbiológica, podendo, dessa forma, diminuir a deterioração e aumentar a vida de prateleira, quando comparada ao produto pré-secagem.

Dentre os tubérculos, os carás, como o cará-de-espinho (*D. chondrocarpa* Griseb.), cará roxo e branco (*D. trifida* L.), possuem nenhum ou baixo valor de venda *in natura* (NABESHIMA et al., 2022), podendo ter seu aproveitamento melhorado com a aplicação de diversos processos tecnológicos, sendo esses o processamento mínimo, conservas, a produção de bioetanol, desidratação, dentre outros. Sendo que Bisognin e Lovatto (2012) indicaram a desidratação como uma opção adequada para regiões com pouca disponibilidade de energia e baixa infraestrutura.

A secagem de tubérculos para obtenção de uma farinha, sendo realizada de forma tradicional (em casas de farinha) ou industrial (em secadores, fornos, dentro outros) pode ser um caminho possível para conservação sociocultural e geração de renda para a agricultura familiar, sendo essa farinha um produto de maior valor

agregado e passível de ser aplicada em receitas artesanais ou até mesmo em processos industriais, pois apresenta nutrientes concentrados e alta estabilidade.

Desta forma, é importante conhecer previamente as características do vegetal que será processado, para fazer tratamentos prévios que permitam uma secagem segura e uma farinha de alta qualidade. Neste capítulo, será abordado a produção da farinha de cará-de-espinho, que apresentam potencial aplicabilidade em produtos alimentícios.

3. Farinha de cará

Carás são tubérculos da família *Dioscoreaceae* e em algumas regiões são chamados de inhames. Diferentes tipos de cará podem ser processados em farinha, como o cará moela (*Dioscorea bulbifera*), roxo (*D. trifida*), roxão (*D. alata* L.), de espinho (*D. chondrocarpa* Griseb.), entre outros. O maior desafio está nas etapas iniciais de processamento, devido à falta de equipamentos apropriados para o descascamento e corte. Nesse capítulo, estas etapas foram realizadas de forma manual e com o uso de um cortador de batatas.

O processamento artesanal de cará em farinha já é realizado e conhecido por diferentes países do continente africano. Na Nigéria, por exemplo, a farinha de cará (“Elubo”) é utilizada para a produção de um prato tradicional chamado “Amala” ou “Poundo Yam”, segundo Ige e Akintude (1981), o processo tradicional consiste nas etapas: limpeza, descascamento, fatiamento, parboilização (60°C, 8 a 13 horas), secagem ao sol (2 a 5 dias) e moagem em farinha (18% de umidade e abaixo de 60 *mesh*).

Pode-se notar que o uso de farinha de carás nos países da África está relacionado às culturas alimentares, onde a farinha facilita a produção de pratos típicos, semelhante ao que é visto no Brasil com a farinha de feijão fradinho ou farinha de acarajé, ou seja, além de ser uma alternativa de conservação, é também um processamento ligado a praticidade e versatilidade de uso.

O processamento dos tubérculos pode ser viável à produtores(as) agrícolas que buscam uma maior conservação, diminuir as perdas de produtos *in natura* e

aumentar o valor agregado. A Figura 2 ilustra o caminho do tubérculo do campo até a distribuição na forma de farinha.

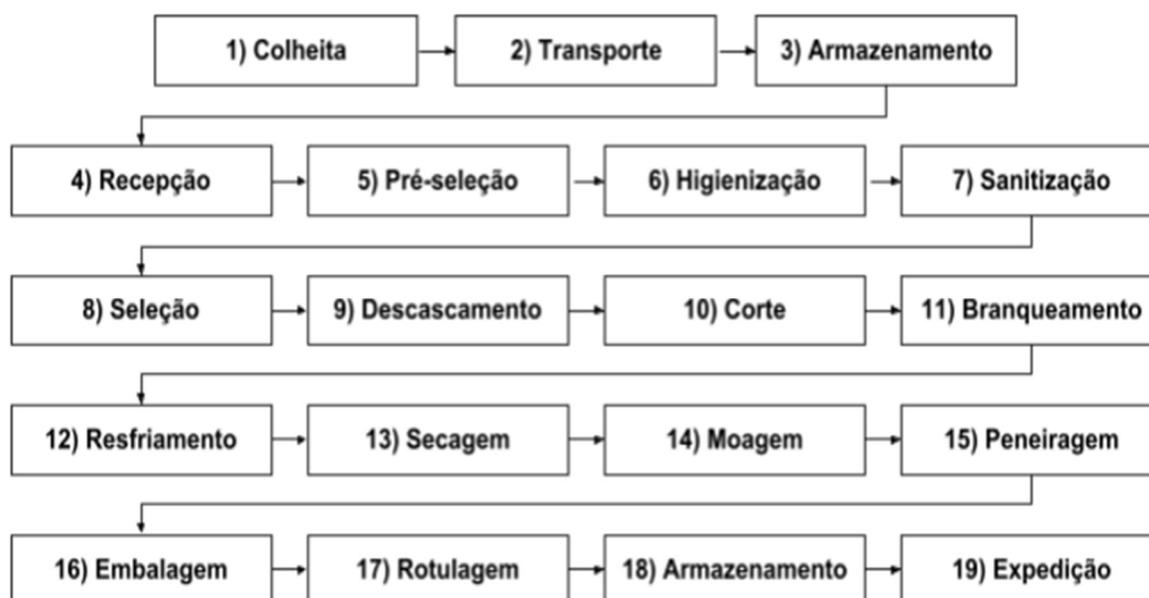


Figura 2. Fluxo de processamento de tubérculos em farinha

Fonte: Própria autoria

- 1) **Colheita:** inicia-se com a verificação do ponto para serem retirados da terra, que ocorre entre 8 e 10 meses após plantio;
- 2) **Transporte:** o deslocamento dos alimentos do campo até as unidades de processamento, bem como outros deslocamentos necessários, é um fator importante a ser considerado na cadeia alimentar, pois os impactos ambientais que vêm da emissão de combustíveis fósseis fazem parte do ciclo de vida do produto;
- 3) **Armazenamento:** anteriormente ao processamento, os tubérculos podem ser armazenados. Essa etapa deve ser realizada em local fresco e protegido da luz (evita-se deterioração e brotamento);
- 4) **Recepção:** já na unidade de processamento, os carás são recebidos e direcionados a uma pré-seleção. Observa-se na Figura 3 o cará de espinho utilizado como exemplo de processamento nesse capítulo;



Figura 3. Pedacos de cará-de-espinho

Fonte: Própria autoria

- 5) **Pré-seleção:** retira-se parte contaminadas com fundos e podridões. Vale ressaltar que para a manipulação dos carás deve-se utilizar luvas para evitar reações, como as apresentadas por Nabeshima et al. (2022) devido a presença de oxalato de cálcio e mucilagens;
- 6) **Higienização:** deve ser feita com a imersão dos carás em água com gota de detergente (10 min.) para retirada do excesso de terra, em seguida devem ser escovados até remoção das sujidades aderidas e enxaguados em água corrente;
- 7) **Sanitização:** é realizada com imersão dos tubérculos limpos em água clorada a uma concentração de 200 ppm por 15 minutos. Deve-se enxaguar três vezes os carás para retirada de resíduos de cloro;
- 8) **Seleção:** após limpos, realiza-se uma segunda seleção de possíveis partes defeituosas, cujos exemplos podem ser vistos na Figura 4.

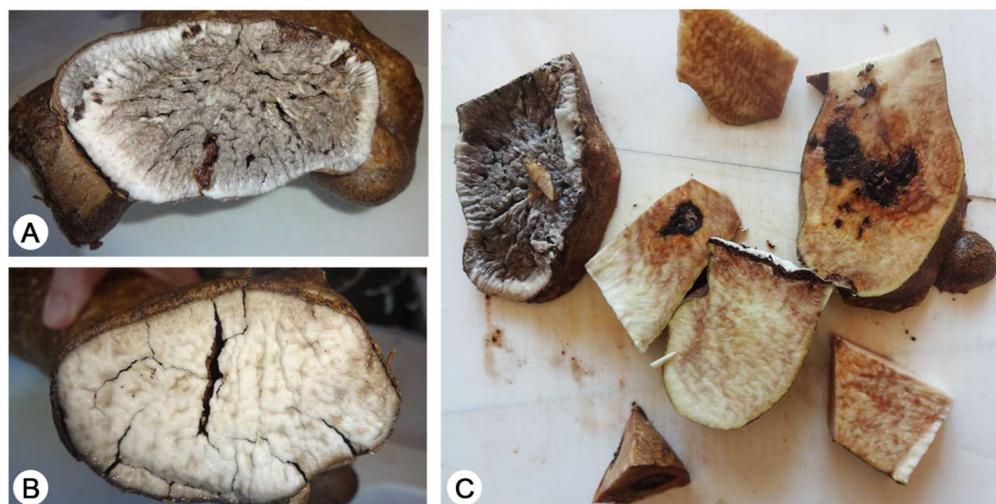


Figura 4. Diferentes tipos de defeitos na polpa que foram descartados na segunda seleção durante o processamento de cará-de-espinho, sendo A = ressecamento e podridão, B = rachaduras e C = podridão

Fonte: Própria autoria

9) **Descascamento:** a Figura 5a mostra a etapa de descascamento. Para essa etapa e a seguinte, os pedaços de cará devem permanecer imersos em água até seu branqueamento.

10) **Corte:** na etapa de corte (Figura 5b e c) tem-se como resultado pedaços onde o tamanho influenciará nas etapas de branqueamento e secagem. Pode-se utilizar cortador de legumes para auxiliar nessa etapa, obtendo-se pedaços de aproximadamente 10x10x10mm.



Figura 5. Etapas de descascamento (A) e corte (B e C) no processamento de cará-de-espinho em farinha

Fonte: Própria autoria

- 11) **Branqueamento:** para determinação do tempo de branqueamento do cará-de-espinho, é realizado o teste de peroxidase com guaiacol, como pode ser observado na Figura 6, que a partir de 5 minutos de branqueamento (imersão em água fervente) houve a inativação enzimática. Deve-se aquecer a água previamente e fazer uma proporção de pelo menos 1 parte do tubérculo para 3 de água, para evitar uma demora em atingir a temperatura de ebulição;



Figura 6. Resultado do teste para determinação do tempo de branqueamento, sendo realizado a cada 30 segundos

Fonte: Própria autoria

- 12) **Resfriamento:** Imediatamente após a retirada dos tubérculos da água realiza-se o resfriamento em água gelada (5°C), e por fim escorre-se a água com auxílio de peneiras ou centrífugas;
- 13) **Secagem:** sugere-se as formas de secagem mais apropriadas à região, que pode ser solar, com uso de secadores verticais ou horizontais, secagem em rolos (*drum-dryer*) ou em casas de farinhas, a diferença estará no tipo de energia a ser passada para o produto: elétrica, solar, eólica, a lenha (cascas, sabugos ou carvão), dentre outras.

O processo de secagem a ser utilizado irá depender de diversos fatores, dentre eles: a disponibilidade energética para o aquecimento da câmara de secagem, da velocidade e circulação do

ar, das temperaturas estabelecidas ou ambientais. Por exemplo, na secagem solar, os fatores são: o material de construção do secador, o sistema de armazenamento de calor, período do dia e tempo de exposição ao sol, inclinação da câmara de secagem ou coletor, época do ano, umidade relativa do ar, presença de pragas.

Caso haja necessidade de obter a farinha crua, a temperatura de secagem em estufa ou secador elétrico pode ser realizada em temperaturas entre 50 e 60°C.

Como resultado da secagem pode-se observar na Figura 7 os pedaços de cará-de-espinho secos em estufa.



Figura 7. Resultado do cará-de-espinho seco em estufa com circulação de ar

Fonte: Própria autoria

- 14) **Moagem:** pode ser realizada através de pilão, processadores ou moinhos, tendo como objetivo a obtenção da farinha propriamente dita;
- 15) **Peneiragem:** etapa responsável pela padronização da farinha, ou seja, com o auxílio de peneiras faz-se a seleção da granulometria desejada. Para aplicação em produtos de panificação, por exemplo, pode-se utilizar *mesh* > 60, enquanto para o processo de extrusão termoplástica *mesh* < 60 são aceitos;

- 16) **Embalagem:** etapa importante para proteção de luz e umidade, mantendo-se as características da farinha durante o armazenamento. O plástico tipo PEBD (Polietileno de baixa densidade) é muito utilizado para farinhas e féculas.
- 17) **Rotulagem:** deve constar as informações nutricionais de acordo com a de acordo com a RDC nº 429/2020 (BRASIL, 2020), avaliando-se suas possíveis alegações nutricionais;
- 18) **Armazenamento:** considerando que a farinha é um produto estável, seu armazenamento é longo e deve ser estudado de acordo com característica como umidade, atividade de água e crescimento de microrganismos, determinando dessa forma sua validade;
- 19) **Expedição:** considerando que o processamento reduz a água do produto, conseqüentemente seu peso, o transporte para comercialização será facilitado, podendo-se deslocar uma maior porção dos nutrientes dos tubérculos, na forma de farinha, com um menor gasto energético.

Ao final do processamento observou-se um rendimento de 20% de farinha por massa total de tubérculo. Como exemplo, o cará-de-espinho, que pode apresentar massa inicial de 160 a 180 kg, a produção de farinha pode render cerca de 40 kg, e sua quantidade utilizada como ingrediente será menor quando comparada ao uso do tubérculo cru.

4. Considerações finais

O caminho de um cará até sua comercialização em farinha tem diversos pontos que influenciam na segurança do alimento, qualidade sensorial e custos que devem ser considerados para produzir um produto adequado para o consumo diferentes locais de produção.

A farinha de cará pode ser utilizada em diferentes preparações alimentícias, como exemplo tem-se o esquema apresentado na Figura 8. Alimentos onde são comumente utilizadas as farinhas de trigo e milho podem adquirir diferentes

características sensoriais, nutricionais e regionais quando se substitui por farinhas de frutas ou tubérculos, promovendo sustentabilidade, saúde e renda locais.

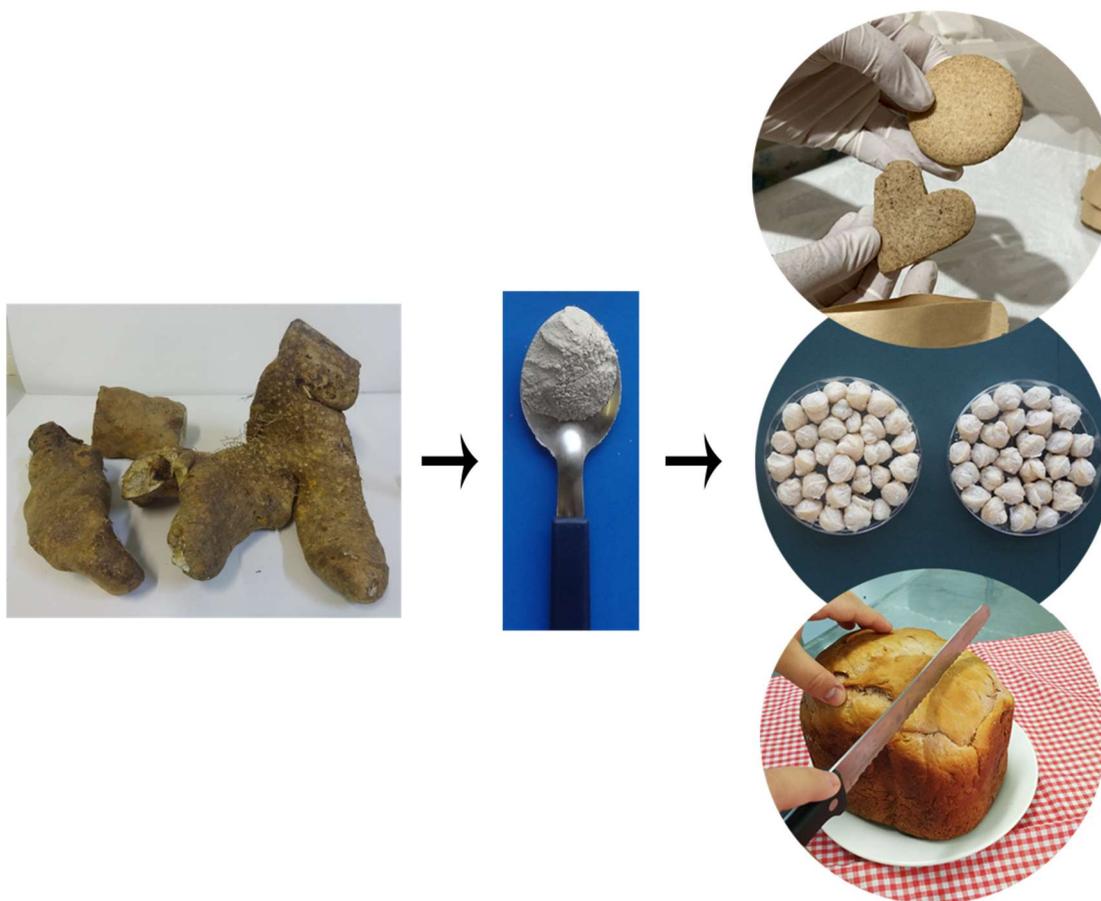


Figura 8. Desenho esquemático da matéria-prima (cará-de-espinho), sua farinha, até possíveis produtos alimentícios (biscoitos, *snacks* tipo salgadinho e pão de forma)

Fonte: própria autoria

5. Agradecimentos

As autorias agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil, pelas bolsas concedidas a M. T. P. Clerici (Processo 312786/2020-4) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - código financeiro 001, pela bolsa de G. C. Nascimento (Processo 88887.605707/2021-00). Também agradecem, Faepex - 2679/21 e Fundação Cargill, processo 5610 – Tubérculos. Em especial agradece a técnica Izilda de Fátima

Rodrigues e as estudantes de graduação Maria Beatriz Ribeiro, Maria Luiza D'Almeida Casaro e Tabata Duarte Da Gama.

Referências

- BISOGNIN, D. A.; LOVATTO, M. T. Tecnologias de Processamento para Maximizar o Aproveitamento de Tubérculos da Batata. **Itapetininga: Abba - Associação Brasileira da Batata**, p. 40, 2012.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 429, de 07 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional de alimentos embalados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 out. 2020. Seção 1, p. 135-146.
- CLERICI, M.T.P.S.; KALLMANN, C.; GASPI, F.O.G.; MORGANO, M.A.; MARTINEZ-BUSTOS, F.; CHANG, Y.K. Physical, chemical and technological characteristics of *Solanum lycocarpum* A. St. - HILL (Solanaceae) fruit flour and starch. **Food Research International**. v.44, p.2143 - 2150, 2011.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Perdas em transporte e armanagem de grãos: panorama atual e perspectivas. Organizadores Paulo Cláudio Machado Júnior e Stelito Assis dos Reis Neto. – Brasília, DF: Conab, 2021.
- CORRÊA, A. D., ABREU, C.M.P., SANTOS, C.D., & RIBEIRO, L.J. Constituintes químicos da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* A. St. Hill.) durante a maturação. **Ciência e Agrotecnologia**, 24, 130-135, 2000.
- FELLOWS, P. J. Food processing technology: principles and practice. Elsevier, 2009.
- GRASSELLI, C.S.M., MAIA, J.F., MONTEIRO, J.B.R., & COSTA, N.M.B. Uso do Amido dos Frutos da Lobeira - *Solanum lycocarpum* St. Hill - por Indivíduos Diabéticos: Relatos de Casos. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, 16, 34-37, 2001.
- IGE, M. T.; AKINTUNDE, F. O.. Studies on the local techniques of yam flour production. **International Journal Of Food Science & Technology**, [S.L.], v. 16, n. 3, p. 303-311, 28 jun. 2007. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1981.tb01019.x>.
- MOTTA, S., PETERS, V.M., REIS, J.E., & GUERRA, M.O. Administração de polvilho de lobeira a ratas lactando: comportamento materno e desenvolvimento neuromotor das crias. **Revista Brasileira de Zootecias**, 4, 255-268, 2002.
- NABESHIMA, E. H.; NASCIMENTO, G. C.; TAGLIAPIETRA, B. L.; NEVES, E. A.; FERRARI, M. C.; MORO, T. M. A.; MELO, B. G.; BRANDÃO, N. A.; SCARTON, M.; CAMPELO, P. H.; CLERICI, M. T. P. S. Tecnologia de Tubérculos, In: Bioquímica e Tecnologia de Alimentos de Origem Vegetal. Vol. 1. Org: DALA-PAULA, B. M.; CLERICI, M. T. P. S. Universidade Federal de Alfenas, 2022. ISBN: 978-65-86489-62-0. Disponível em:<<https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fwww.unifal-mg.edu.br%2Fbibliotecas%2F ebooks>>. Acesso em: set. 2022.
- NEVES, E. C. A.; NASCIMENTO, G. C.; FERREIRA, A. R.; NEVES, D. A.; FUKUSHIMA, A. R.; LEONI, L. A. B.; CLERICI, M. T. P. S.. Classificações e características nutricionais e tecnológicas de farinhas de mandioca comercializadas em Belém, Pará, Brasil. **Brazilian Journal Of Food Technology**, [S.L.], v. 23, e. 2019143, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.14319>
- OLIVEIRA FILHO, A. T., & OLIVEIRA, L. C. A. Biologia floral de uma população de *Solanum lycocarpum* St Hil. (solanaceae) em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, 11, 23-32, 1988.
- OLIVEIRA JUNIOR, E.N., SANTOS, C.D., ABREU, C.M.P., CORRÊA, A.D., & SANTOS, J.Z.L. Alterações pós-colheita da "fruta-de-lobo" (*Solanum lycocarpum* St. Hill.) durante o amadurecimento: análises físico-químicas, químicas e enzimáticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 26, 410-413, 2004
- OLIVEIRA JUNIOR, E.N., SANTOS, C.D., ABREU, C.M.P., CORRÊA, A.D., & SANTOS, J.Z.L. Análise nutricional da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* A. St. Hill.) durante o amadurecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, 27, 846-851, 2003.
- PEREIRA, A. P. A.; ANGOLINI, C. F. F.; BANINADANI, H.; USBERTI, F. C. S.; PAULINO, B. N.; CLERICI, M. T. P. S.; NERI-NUMA, I. A.; MORO, T. M. A.; EBERLIN, M. N.; PASTORE, G. M.. Impact of ripening on the health-promoting components from fruta-do-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hill). **FOOD RESEARCH INTERNATIONAL**, v.1, p.109910, 2020.

· **CAPÍTULO 4** ·

Cará-de-espinho (*Dioscorea chondrocarpa* Griseb.): características físicas e de seu amido

Este capítulo será submetido a publicação em revista de impacto da área.

Cará-de-espinho (*Dioscorea chondrocarpa* Griseb.): características do tubérculo e de seu amido

Gustavo Costa do Nascimento*, Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici

Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil.
*gucones@gmail.com

Resumo

Existem inúmeras espécies de carás (*Dioscorea sp.*) que são cultivadas por populações tradicionais, dentre elas encontra-se no Brasil o cará-de-espinho (*D. chondrocarpa* Griseb.), que é um tubérculo com características únicas como a grande capacidade produtiva (pode alcançar 180 kg). O objetivo desse trabalho foi determinar as características de cultivo, consumo, físico-químicas, e apresentar morfologia e propriedades de seu amido. Para o cará *in natura* foram determinados: sólidos solúveis, pH, acidez titulável, sua cor, morfologia de pedaço seco, composição centesimal, de minerais, vitaminas e metais pesados; já para o amido, extraído por decantação em água, foi determinada: cor, morfologia dos grânulos, propriedades em *Rapid Visco Analyzer* e *Differential Scanning Calorimetry*. O cará-de-espinho é consumido em diversas populações no Brasil e já existem formas ótimas estabelecidas para seu cultivo. Sua casca e polpa apresentam coloração semelhante a de outros carás (marrom e creme respectivamente), a quantidade de fibras ($2,01 \pm 0,01$) e o valor energético 131,34 kcal/100g foram semelhantes ao encontrado na literatura para o mesmo cará, sendo que as variações em sua composição pode depender de fatores de cultivo e armazenamento. Seu amido é poliédrico achatado de superfície lisa, tem média de tamanho de grânulos de $25,2 \pm 5,2 \mu\text{m}$ e destaca-se por apresentar valores de viscosidades de pasta e temperatura de gelatinização superiores a outras espécies de cará. A partir desse trabalho pôde-se conhecer mais sobre esse tubérculo ainda pouco utilizado na alimentação e suas características podem indicar diferentes usos na alimentação, como por exemplo espessante e gelificante em formulações alimentícias.

Palavras-chave: *Dioscorea chondrocarpa*, cará-de-espinho, amido, Floresta Amazônica.

1. INTRODUÇÃO

Os carás são importantes tubérculos encontrados e muito consumidos na América Latina, Ásia e África onde são considerados alimento básico da população (NABESHIMA et al., 2022). No Brasil, estima-se uma produção de 104 mil toneladas por ano (IBGE, 2019).

Os tubérculos como os carás (*Dioscorea sp.*) são matérias-primas que contribuem para a superação de diversas necessidades da humanidade. Com diferentes formas de preparo e consumo, esses alimentos possuem características que podem ser utilizadas para agregação de valor e diminuição de perdas, beneficiando a cadeia alimentar brasileira e garantindo a Soberania Alimentar (NABESHIMA et al., 2022).

As espécies mais difundidas e comercializadas no Brasil são *D. cayennensis* e *D. alata*, sendo que na região amazônica, são cultivadas as variedades *D. trifida* L., *D. chondrocarpa*, e *D. alata* L., com evidências de produção comercial e consumo local, para *D. trifida* L. e *D. chondrocarpa* Griseb., respectivamente (TEIXEIRA et al., 2016).

O cará-de-espinho (*D. chondrocarpa* Griseb.) é um tubérculo com grande capacidade produtiva e tem se mostrado como fonte interessante de carboidratos amiláceos, que podem ser extraídos (NABESHIMA et al., 2022). Como outros tubérculos amazônicos, a comercialização do cará-de-espinho apresenta dificuldades desde a colheita até seu armazenamento, desestimulando seu plantio.

As características físicas e propriedades do amido de cará-de-espinho ainda são pouco conhecidas para evidenciar seu uso na indústria alimentícia. Já existem estudos com seu uso para produção de biopolímeros para conservação de alimentos (SILVA, 2020) e apresentando atividade prebiótica *in vitro* (TEIXEIRA et al., 2016).

A fim de reconhecer esse tubérculo e seu amido, esse capítulo tem como objetivo apresentar características físico-químicas do cará-de-espinho *in natura* e através da extração de seu amido, evidenciar as características do grânulo e suas propriedades.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

O cará-de-espinho foi fornecido pelo Instituto Federal do Amazonas (IFAM) e transportado até Campinas, como pode ser observada na Figura 1. Ele foi cultivado em sistema de permacultura pelo Prof. Domingos Rodrigues Barros. As avaliações e extração do amido foram realizadas no Laboratório de Cereais, Raízes e Tubérculos (Faculdade de Engenharia de Alimentos - Unicamp - SP). O seguinte tubérculo foi registrado no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (ANEXO 3)



Figura 1. Cará-de-espinho inteiro com aproximadamente 180 kg em caixa de madeira (1m^3), sendo A = visão lateral e B = superior

Fonte: Própria autoria.

2.2. Métodos

2.2.1. Cultivo e consumo do cará-de-espinho

Foi feito um levantamento bibliográfico sobre o cará-de-espinho para determinar as principais características desse tubérculo, tendo-se como principais fontes os estudos de Dias e Silva (2021), Kinupp e Lorenzi (2021), Silva et al. (2013 e 2015), com relação às características de plantio; e Carvalho (2006), Castro (2011) Zank (2012), Sene (2015) e ISA (2017) com relação a localização e populações que o cultivam e consomem.

2.2.2. Características físico-químicas do cará-de-espinho

As características físico-químicas do cará-de-espinho foram determinadas de acordo com os seguintes métodos:

- I. **Sólidos solúveis, pH, acidez titulável do cará *in natura***: quantidade de sólidos solúveis foi determinado em refratômetro (expressa em °Brix), pH e acidez titulável serão determinados segundo AOAC (2010), métodos 981.12 e 942.15 respectivamente. Devido a presença da mucilagem do cará foi necessário utilizar uma diluição de 3:1 (água destilada:cará), obtida através da trituração do tubérculo em liquidificador Fury de alta rotação (Hamilton Beach - Commercial, BIMG Brasil, Brusque, SC).
- II. **Cor e morfologia**: cor instrumental foi determinada pelo sistema CIELab através de colorímetro (CR-10 - Konica Minolta, Japão); as imagens microscópicas foram obtidas através de microscopia eletrônica de varredura (MEV) modelo Leo 440i com Detector de Energia Dispersiva de raios X modelo 6070 (Cambridge, Inglaterra). O pedaço de cará seco ao sol foi colocado em *stub* de alumínio com fita de carbono e em seguida metalizado com ouro no equipamento Sputter Coater EMITECH K450 (Kent, Reino Unido).
- III. **Composição centesimal**: foi feita de acordo com métodos oficiais (AOAC, 2010): teor de umidade (método 925.09); extrato etéreo (método 920.85); teor de proteínas (método 920.87); fibras alimentares totais (método 985.29); e cinzas (método 923.03). Os teores de carboidratos digeríveis foram calculados por diferença e o valor

energético foi obtido considerando os fatores de conversão de energia: 9 kcal/g para lipídios, 4 kcal/g para proteínas e 4 kcal/g para carboidratos digeríveis.

IV. Minerais, vitaminas e metais pesados: foram utilizados os métodos 985.35 e 984.27 para os minerais, cobre, ferro, cálcio, fósforo, manganês, magnésio, sódio, potássio e zinco; e os métodos 942.23 e 961.15 para as vitaminas B1 e B6, respectivamente (AOAC, 2012). Os metais pesados foram determinados de acordo com Adolf Lutz (1999), para arsênio e através do método 999.11, processo de chama e grafite, (AOAC, 2012) para cádmio e chumbo.

2.2.3. Extração do amido

Após a lavagem, sanitização, descascamento e corte o cará-de-espinho foi processado em blender na proporção 1:3 (tubérculo:água destilada), essa massa foi filtrada e colocado em balde com 10x o volume de água destilada para decantação durante 12h (sob refrigeração). Após esse período o líquido sobrenadante foi retirado e foram realizadas sucessivas lavagens seguidas de decantação, até retirada de toda mucilagem (água límpida no sobrenadante). O decantado final foi seco em estufa com circulação de ar a 50°C até umidade abaixo de 10%.

A extração teve como objetivo obter-se o amido para sua avaliação, que será detalhada nos tópicos a seguir

2.2.4. Caracterização do amido

I. Cor: de acordo com o citado em 2.2.2. Sendo índice de branco calculado de acordo com Judd e Wyszeccki (1963).

II. Caracterização por imagem: as imagens dos grânulos do amido do cará-de-espinho foram obtidas por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) de acordo com procedimento citado anteriormente (2.2.2) e para a captura das imagens foram utilizadas as ampliações de 1500 e 5000. Foi utilizado o programa ImageJ para determinação das características dos grânulos de amido, obtendo-se formato, característica da superfície, distribuição e tipo do grânulo, circularidade, distribuição de tamanho de diâmetro axial e sua média de acordo com Saccomanno et al. (2017).

III. Propriedades de pasta: foram determinadas utilizando o viscosímetro *Rapid Visco Analyzer* (RVA) modelo RVA-4500 (Perten Instruments, Warriewood, Austrália), de acordo com o perfil de aquecimento do método 76–21.01 AACCI (2010). Foram adicionados 25 ± 1 mL de água destilada a cada amostra para alcançar uma umidade de 14% (g/g). A velocidade de rotação das pás foi mantida em 160 rpm durante a análise. Após a análise em RVA as amostras foram armazenadas sob refrigeração e após 24h os géis foram avaliados quanto a força do gel

IV. Propriedades térmicas do amido: foram determinadas em equipamento de Differential Scanning Calorimetry (DSC) Mettler Toledo modelo DSC1 (Schwerzenbach, Suíça), seguindo preparação de amostra (1,5 mg amostra:7,5 mg água destilada) e intervalo de temperatura de Felisberto et al. (2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Cultivo e consumo

O cará-de-espinho (*Dioscorea chondrocarpa* Griseb.) também conhecido como cipó-jacaré ou cará-japocanga, é encontrada no Peru, Bolívia, Porto Rico, Equador, Panamá, Caribe, e no Brasil nas regiões centro-oeste, sudeste e principalmente no Norte, sendo cultivados por comunidades indígenas e ribeirinhas (KINUPP e LORENZI, 2021).

A planta foi identificada inicialmente como *Dioscorea altissima* Lam. e depositada no Herbário do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (EAFM) nos anos de 2014 e 2015, como pode ser observado na Figura 2. Os documentos presentes no herbário caracterizam a planta como: trepadeira volúvel; com botões e flores creme; cultivada na agricultura; *herbácea* perene; muito vigorosa; tubérculos de cor branca na polpa, enormes, dependendo da idade e manejo; ramos lisos finos providos de acúleos.

A depender da idade e manejo, o cará-de-espinho (tubérculo) pode pesar mais de 150 kg e seu nome é devido aos acúleos, que são “espinhos” que a planta possui para subir nas árvores (KINUPP e LORENZI, 2021). Pode-se observar os caules do cará-de-espinho com acúleos na figura 3a e suas folhas na figura 3b.



Figura 2. Plantas de cará-de-espinho depositadas no EAFM, originárias dos estados Amazonas e Pará (Brasil)

Fonte: Própria autoria.

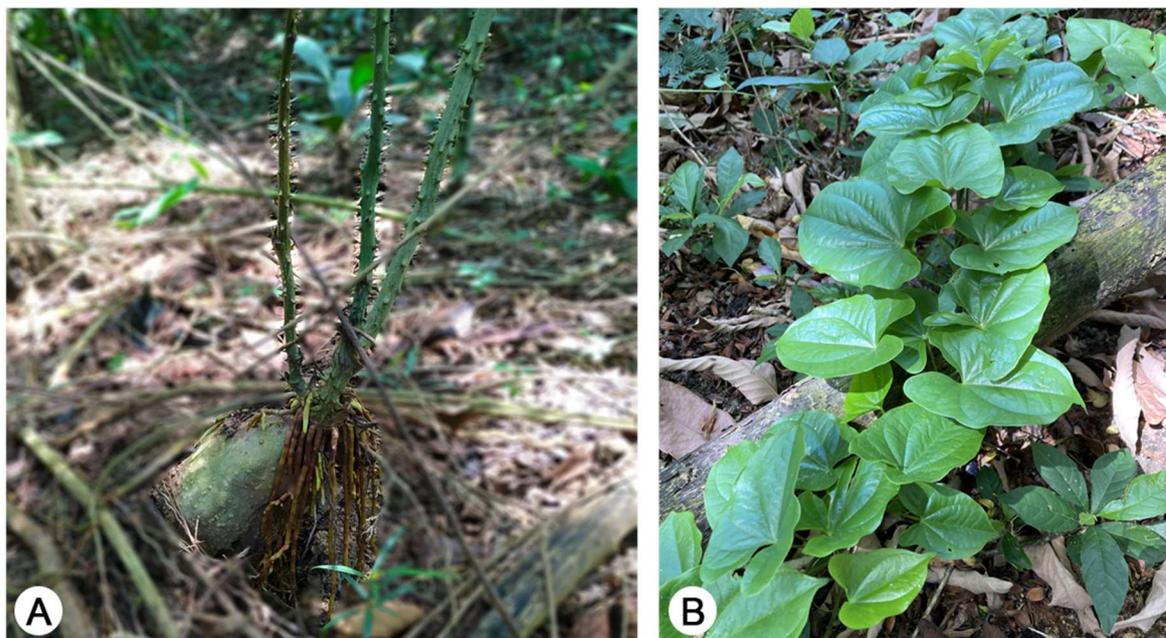


Figura 3. Características da planta do cará-de-espinho, sendo A = tubérculo exposto e caules com acúleos; e B = folhas

Fonte: Própria autoria.

Considerando as mudanças de hábitos alimentares e o aumento da demanda de alimentos, segundo Dias e Silva (2021), o cará-de-espinho tem grande potencial como fonte nutricional para alimentação animal e humana, devido principalmente a sua elevada capacidade produtiva.

Foi estudado por Silva et al. (2013), que o melhor plantio do cará-de-espinho é em covas nas dimensões de 80 x 80 x 80 cm, em ambiente de SAF (sistema agroflorestal), apresentando produção máxima média de 80 kg/cova (155 kg de rizóforos/cova/28 meses). A partir dos 18 meses de cultivo, pode haver uma redução de 70 a 80% do peso do cará-de-espinho, devido ao processo de isoporização (chochamento), inviabilizando seu consumo entre os meses de novembro a junho (SILVA et al., 2015).

Dias e Silva (2021) mostraram que esse cará, tubérculo amiláceo, possui maiores teores de proteínas e fibras do que a mandioca mansa e a batata doce, além disso, por ser uma *Dioscorea*, segundo Pedralli (2002) (apud ZANK, 2012) pode possuir antinutrientes, como alcalóides, taninos, substâncias alergênicas e sapogeninas esteroidais. A Figura 4 mostra pedaços do cará-de-espinho após limpeza e sanitização.



Figura 4. Pedaços de cará-de-espinho in natura

Fonte: Própria autoria.

Especificamente na região norte do Brasil, mesmo com a grande disponibilidade hídrica, o cará-de-espinho ainda é pouco cultivado, Castro (2011) em sua pesquisa de campo relata que agricultores ribeirinhos amazonenses conhecem a planta, mas o consomem de forma ocasional.

Em comunidades indígenas do Alto Rio Negro, o uso do cará-de-espinho ocorre em bebida fermentada tradicional, o “caxiri”, composta de manipueira (líquido obtido a partir da prensa da massa da mandioca), massa de mandioca e uma fruta e/ou tubérculo que servem como tempero para a bebida. (SENE, 2015).

Existem também conhecimentos de cultivo desse tubérculo em comunidades quilombolas, como na “Nhunguara” (Eldorado e Iporanga, São Paulo), onde foi relatado por Carvalho (2006) que setembro é o melhor mês de plantio, pois permite colheita em apenas 9 meses. Na região da Barra do Turvo (sul de São Paulo), ISA (2017) mostrou que o cará-de-espinho também faz parte da produção agroecológica quilombola, contribuindo para a alimentação da comunidade (consumido com café), porém não é comprado pelo PAA (Programa de Aquisição de Alimentos), portanto é vendido somente feiras locais.

No litoral de Santa Catarina, o cará-de-espinho, chamado de “salsaparrilha”, foi observado por Pedralli (2002) (apud ZANK, 2012) no uso medicinal e é conhecido por ser uma das plantas nativas com maior potencial para alimentação. Em estudo junto à comunidade Areais da Ribanceira (Imbituba, SC), Zank (2012) classifica o cará-de-espinho como uma planta de alta disponibilidade e baixa intensidade de extração (como seu rizoma é grande, leva um longo tempo a ser utilizado até que se precise coletar novamente).

Dentre os trabalhos encontrados, não há relatos das dificuldades de colheita, transporte e armazenamento do cará-de-espinho.

3.2. Características físico-químicas

As características de sólidos solúveis, pH, acidez titulável e a cor da casca e polpa do cará-de-espinho podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas e de cor do cará-de-espinho *in natura*

Parâmetro	Valor
Cor instrumental ²	
Casca	
L*	46,48 ± 2,25
a*	7,20 ± 0,77
b*	20,29 ± 1,38
Polpa	
L*	83,55 ± 1,66
a*	2,97 ± 1,83
b*	27,76 ± 0,37
Sólidos solúveis (°Brix) ¹	4,00 ± 0,00
pH	5,68 ± 0,18
Acidez titulável (mL NaOH N.100g ⁻¹)	0,38 ± 0,03

²Os resultados representam a média ± desvio padrão (n > 3) de pedaços de cará-de-espinho *in natura* imediatamente após o corte.

Em relação a cor, o cará-de-espinho possui casca marrom característica desse gênero e polpa cor branca a média creme, havendo uma variação na polpa relacionada a porção do rizóforo (topo, meio, pontas), solo, dentre outros fatores como foram mostrados por Silva et al. (2021). A Figura 6 mostra pedaços de diferentes porções do tubérculo.

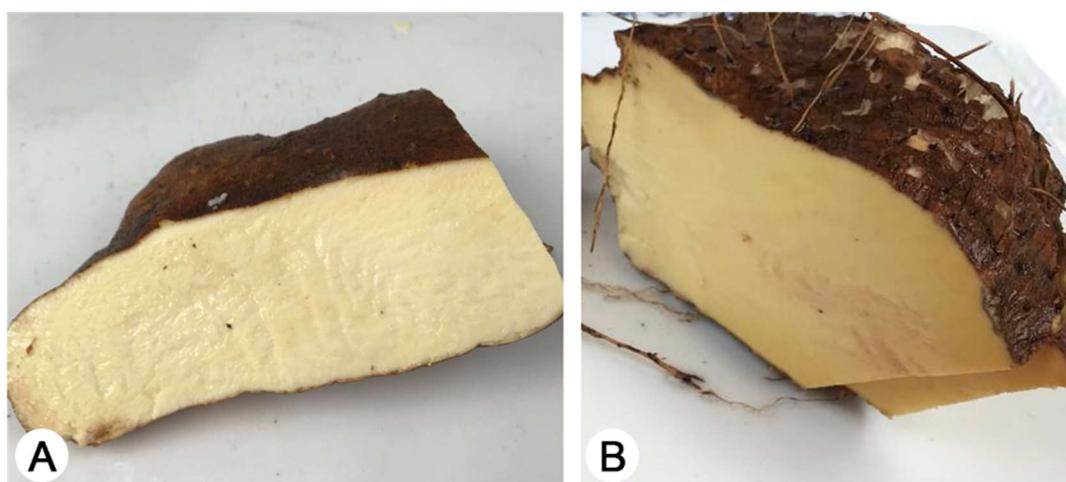


Figura 6. Pedaços de cará-de-espinho com diferentes colorações de polpa, sendo A = branca e B = média creme

Fonte: Própria autoria.

A quantidade de sólidos solúveis nos carás e taros (*Colocasia*) está relacionada principalmente à presença de polissacarídeos não amiláceos que compõem a mucilagem (líquido viscoso que pode ser observado no corte ou descascamento do tubérculo). Fatores como teor de sólidos solúveis, pH e acidez da polpa podem indicar de forma direta ou indireta a qualidade de tubérculos (GÓMEZ-CASTILLO et al., 2013 apud SOARES et al., 2019).

Devido a seu tamanho e dificuldade de colheita (SILVA et al., 2021), o cará de espinho é normalmente cortado ainda na terra para facilitar seu transporte ou para o armazenamento. A Figura 5 mostra como os pedaços de cará-de-espinho são armazenados.



Figura 5. Pedaços de cará-de-espinho armazenados, colhidos em setembro de 2022

Fonte: Própria autoria.

Alterações no tecido do tubérculo, bem como longos períodos de armazenamento podem gerar reações fermentativas, ocasionando na diminuição do pH e aumento de sua acidez titulável ao decorrer do tempo Silva et al. (2021) afirmam que o cará-de-espinho mantém sua viabilidade para consumo e plantio em até 120 dias, quando mantidos lavados, em ambiente seco e protegido da luz.

A fim de conhecer a estrutura microscópica do tubérculo *in natura*, foi realizada a captura de imagens em MEV, onde na Figura 7 são mostradas as partes lateral e superior de um pedaço de cará-de-espinho.

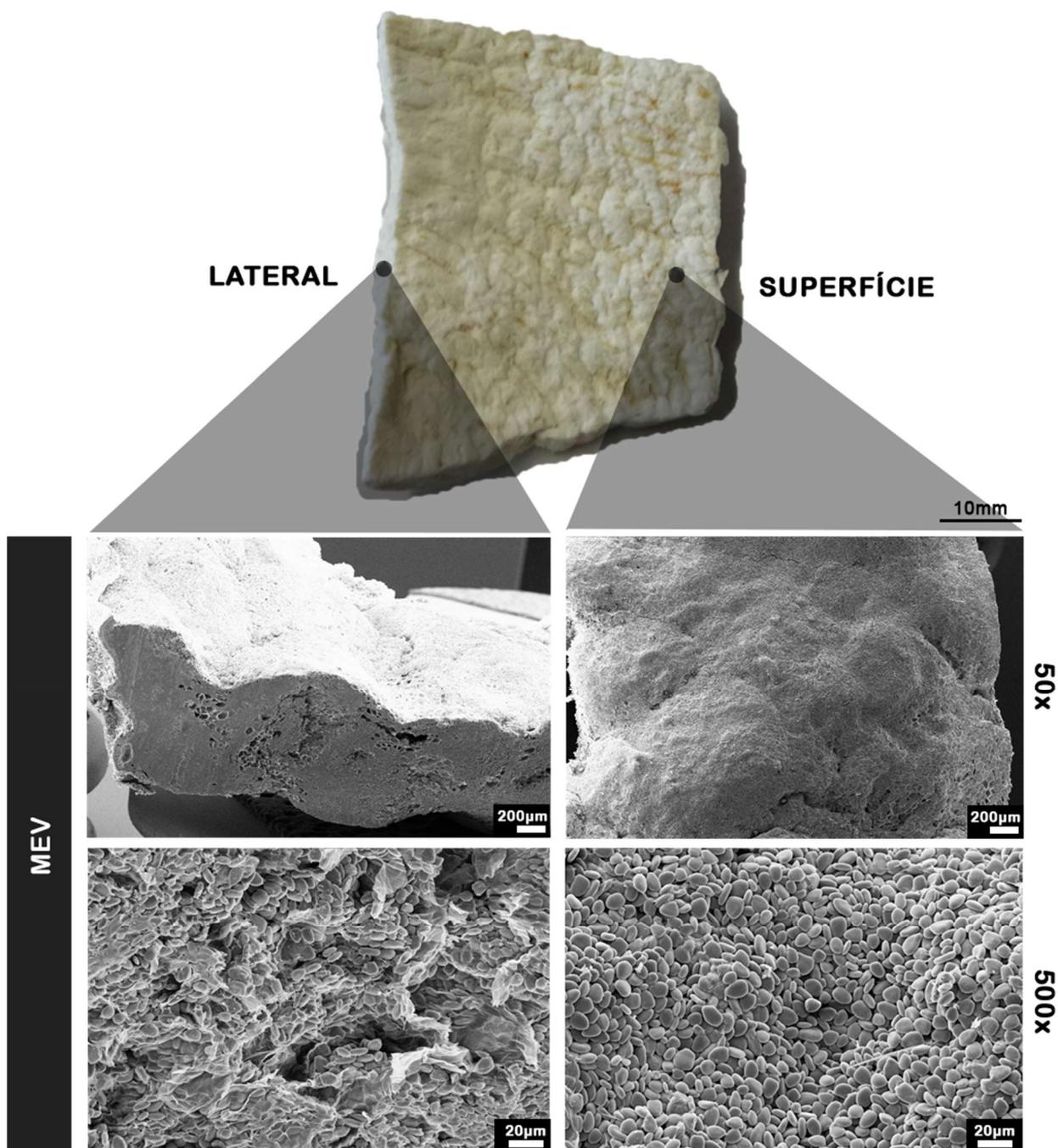


Figura 7. Imagens capturadas em MEV da lateral e superfície do pedaço seco de cará-de-espinho nas ampliações 50 e 500x

Fonte: Própria autoria

Através das imagens da lateral do pedaço de cará-de-espinho é possível observar ramificações e as estruturas que comportam os amidos, enquanto a superfície é composta majoritariamente de grânulos de amido. As características morfológicas dos amidos serão detalhadas a seguir em 3.3.1.

A caracterização centesimal para o cará-de-espinho está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Composição centesimal do cará-de-espinho *in natura*¹

Determinação	Valor (g/100g)
Umidade	64,28 ± 0,00
Carboidratos ²	29,72
Proteína	2,80 ± 0,06
Fibra alimentar total	2,01 ± 0,01
Fibra insolúvel	1,61 ± 0,02
Fibra solúvel	0,40 ± 0,01
Cinzas	1,05 ± 0,01
Gorduras totais	0,14 ± 0,00

¹Os resultados representam a média ± desvio padrão (em triplicata) da amostra. ²Calculado por diferença: = 100 - (gorduras totais + proteínas + cinzas + fibra alimentar total).

Neste estudo não foram discriminadas partes do tubérculo como feito por Silva et al. (2021), por exemplo, que analisaram a composição desse tubérculo *in natura*, evidenciando principalmente que há diferença na composição de cinzas e fibras entre as partes superior, mediana e inferior.

O conteúdo de fibras foi semelhante ao encontrado por Silva et al. (2021) para partes mediana e inferior do tubérculo, enquanto houve diferenças nos valores de cinzas e proteínas, o que pode estar relacionado a fatores como período de colheita e adubação. Obteve-se para o cará-de-espinho o valor energético de 131,34 kcal/100g, semelhante ao encontrado por Silva et al. (2021) para parte mediana do tubérculo.

As quantidades de minerais e vitaminas encontradas para o cará-de-espinho estão apresentadas na Tabela 3. Foram determinadas também a presença de metais pesados como possíveis contaminantes do tubérculo, tendo como resultado a ausência de Arsênio (Não Detectado - ND < 0,03 mg/kg) Cádmiio (ND < 0,02 mg/kg) e Chumbo (ND < 0,02 mg/kg).

Tabela 3. Composição de minerais e vitaminas do cará-de-espinho

Determinação	Valor (mg/100g)¹
Cálcio	4,37 ± 0,15
Cobre	0,24 ± 0,00
Ferro	1,66 ± 0,06
Fósforo	64,90 ± 0,40
Magnésio	27,20 ± 0,10
Manganês	0,06 ± 0,00
Potássio	417,00 ± 5,00
Sódio	1,38 ± 0,01
Zinco	0,85 ± 0,00
Vitamina B1	0,11 ± 0,01
Vitamina B6	0,13 ± 0,01

¹Resultados correspondem à média (n > 3) ± desvio-padrão.

A depender dos processos aplicados para seu cultivo, pode-se notar que entre os minerais determinados, fósforo, magnésio e potássio aparecem em maiores quantidades. Esse efeito pode ser observado quando se comparou os valores aqui alcançados e os encontrados por Silva et al. (2019) para o amido extraído de cará-de-espinho.

3.3. Caracterização do amido de cará-de-espinho

3.3.1. Morfologia

A cor do amido do cará-de-espinho é branca e foi caracterizada pelo sistema CIELab nos seguintes valores: $L^* = 96,97 \pm 0,15$, $a^* = 0,38 \pm 0,01$ e $b^* = 2,29 \pm 0,01$, com índice de branco igual a $3,82 \pm 0,12$. Essa coloração diferenciou-se do encontrado por Hornung et al. (2018), para cará branco amazônico, por ter um menor valor de branco (L^*) e maiores valores para o vermelho e amarelo (a^* e b^*). A observação da morfologia dos amidos do cará-de-espinho pode ser feita através da Figura 8.

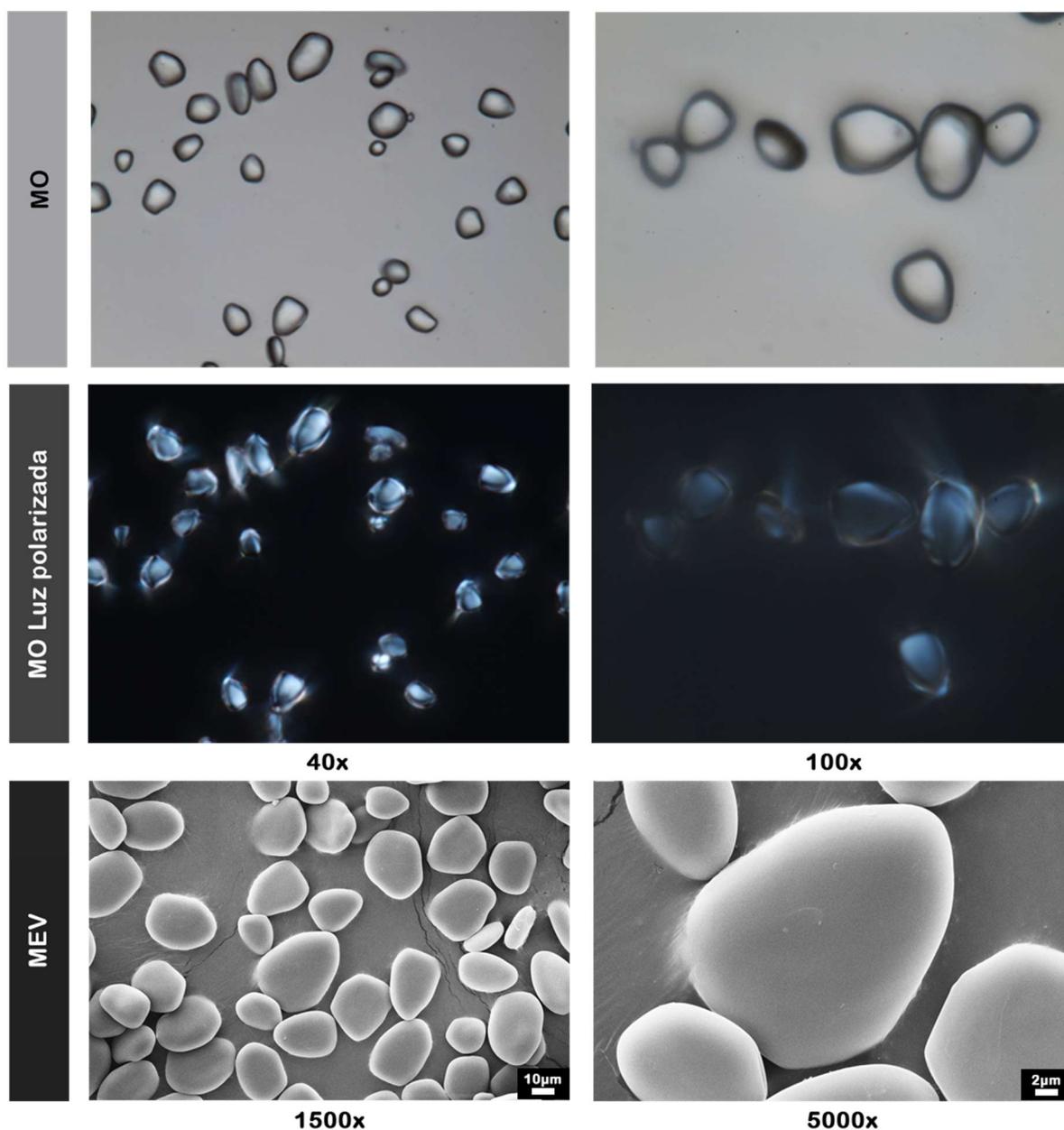


Figura 8. Imagens do amido de cará-de-espinho, em microscópio óptico (MO) de ampliação 40 e 100x com versões de luz polarizada (MO Luz polarizada) e de microscopia eletrônica de varredura (MEV) de ampliação 1500 e 5000x

Fonte: Própria autoria.

Em ambas as ampliações (40 e 100x) da microscopia óptica é possível visualizar o amido do cará-de-espinho e a presença da cruz de malta quando em luz polarizada. Através das imagens por MEV foi possível caracterizar o amido, tendo como resultado as características apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Características dos grânulos de amido do cará-de-espinho avaliados por MEV em ampliação 1.500x

Parâmetro	Característica/valor ¹
Formato	poliédrico achatado
Superfície	lisa
Distribuição de tamanho de amido (%)	
10,0 a 20,0µm	27
20,0 a 30,0µm	53
30,0 a 40,0µm	33
Tamanho médio do diâmetro axial (µm)	25,2 ± 5,2*
Circularidade (µm ² /µm ²)	0,87 ± 0,03*

¹Os resultados foram determinados a partir de no mínimo 10 determinações. *Média ± desvio-padrão.

O formato e tamanho dos grânulos podem afetar as propriedades tecnológicas do amido, como intumescimento, solubilidade, propriedades de pasta, gelatinização e cristalinidade (LINDEBOOM, CHANG e TYLER, 2004).

O amido do cará-de-espinho apresentou formato e superfície semelhante ao cará branco amazônico (*Dioscorea* sp.) de Hornung et al. (2018), Silva et al. (2019) também observa uma superfície lisa no amido do cará-de-espinho, porém classificou o formato como esférico. O formato poliédrico também é encontrado em outros tubérculos como batata doce e taioba (LEONEL, 2007).

O formato do amido depende muito de sua localização no rizoma ou raiz (se está aglomerado, perto da casca), como pode ser visto na Figura 7, onde naturalmente há amidos com diferentes formatos.

A distribuição de tamanho de partícula dos amidos mostra que o cará-de-espinho apresenta uma ampla variação de tamanho, com média semelhante ao encontrado por Hornung et al. (2018) e Silva et al. (2019), com valores de 25.5 ± 6.2 e 24 a 33 µm. Para uso como ingrediente alimentício o tamanho de grânulos é um

parâmetro importante por estar relacionado a mistura, homogeneidade da formulação e às interações partícula-partícula (PÉREZ et al., 2011), também às características de gelatinização e retrogradação do amido.

3.2.3. Propriedades de pasta, firmeza do gel e *Differential Scanning Calorimetry* (DSC)

Para o cará-de-espinho as propriedades de pasta e firmeza do gel do amido de cará-de-espinho estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Propriedades de pasta e firmeza do gel de amido de cará-de-espinho¹

Parâmetro	Valor
Viscosidade de pico (cP)	8.004,00 ± 144,25
Viscosidade de quebra (cP)	3.552,50 ± 38,89
<i>Setback</i> (cP)	1.804,00 ± 446,89
Viscosidade final a 90°C (cP)	6.255,50 ± 630,03
Temperatura de pasta (°C)	85,63 ± 0,11
Tempo de pico (min.)	4,93 ± 0,00
Firmeza do gel (N)	33,83 ± 0,14

¹Os resultados analíticos correspondem à média de no mínimo duas determinações ± desvio-padrão.

As viscosidades de pico e final para o cará-de-espinho mostraram-se superiores ao encontrado para outras espécies de cará, como *D rotundata*, *D alata*, *D cayenensis*, *D. trifida*, *D dumetorum* e *D bulbifera* (FARHAT, OGUNTONA e NEALE, 1999; PÉREZ, 2011; OTEGBAYO, OGUNIYAN e AKINWUMI, 2014; EFFAH-MANU et al., 2022;).

Dentre as inúmeras variedades de carás, Otegbayo, Oguniyan e Akinwumi (2014) e Effah-Manu et al. (2022) mostram variações na temperatura de pasta em amidos de uma mesma espécie (*D. bulbifera*, *D. alata* e *D. rotundata*), sendo que para o amido do cará-de-espinho esse valor é semelhante ao encontrado para algumas espécies de *D. bulbifera* e *D. alata*.

Ao contrário de amidos da maioria das raízes e tubérculos, o amido do cará é capaz de manter valores de viscosidade estáveis em altas temperaturas

(PACHECO-DELAHAYE, TECHEIRA, e GARCIA, 2008), como pode ser observado pelo alto valor de viscosidade de quebra e ser indicativo da presença de grupos fosfato, como mencionado por Nabeshima et al. (2022).

As propriedades térmicas para o amido do cará-de-espinho foram determinadas em *Differential Scanning Calorimetry* (DSC), como observado na Tabela 8.

Tabela 8. Propriedades térmicas via *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) para o amido do cará-de-espinho

Parâmetros ¹	Amido cará-de-espinho
To (°C)	73,23
Tp (°C)	83,71
Tc (°C)	89,75
R (°C)	16,52
ΔH (J.g ⁻¹)	10,02

¹To = temperatura inicial (*onset*); Tp = temperatura de pico; Tc = temperatura final (*conclusion*); R = alcance de temperatura de gelatinização (To - Tc); ΔH = entalpia de gelatinização.

Comparando a temperatura de pasta (Tab. 7) com a temperatura de pico (Tab. 8), verifica-se que o amido do cará-de-espinho tem gelatinização em alta temperatura.

A temperatura de pico da gelatinização do amido de cará-de-espinho foi superior ao encontrado para os amidos de cará *D. alata* (FREITAS et al., 2004), e de carás amazônicos *D. trifida* (PÉREZ et al., 2011) e *Dioscorea* sp. (Hornung et al., 2018). Porém a entalpia de gelatinização encontrada foi inferior às das espécies *D. alata* e *D. trifida* das mesmas autorias.

O valor R (Tabela 8) está relacionado ao comprimento da curva de gelatinização, como exemplo observa-se que a curva encontrada para o amido de cará *D. nipponica* Makino (YUAN et al., 2007) tem menor comprimento (R = 13,7 ± 0,1 °C) e menor altura (Tp = 76,0 ± 0,2 °C) quando comparada ao amido de cará-de-espinho.

4. CONCLUSÃO

O cará-de-espinho é um tubérculo nativo e está presente em diversos territórios no Brasil, e se destaca pelo seu tamanho e peso que variam de acordo com as condições de plantio. A presença de mais fibras e proteínas quando comparada com outras raízes e tubérculos faz desse alimento importante nutricionalmente.

Com relação ao amido do cará-de-espinho, há destaque para tamanho dos grânulos, as propriedades de pasta superiores à de outras espécies e a elevada temperatura de gelatinização. Estas características podem ser diferenciais para se pensar a aplicação desse amido na indústria de alimentos, como por exemplo, no uso para gelificar ou espessar formulações alimentícias, devido a resistência térmica e alta viscosidade que este o amido pode alcançar.

5. AGRADECIMENTOS

As autorias agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil, pela bolsa concedida a M. T. P. S. Clerici (Processo 312786/2020-4) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - código financeiro 001, Brasil, pela bolsa de G. C. Nascimento (processo 88887.605707/2021-00). Também agradecem, Faepex - 2679/21 e Fundação Cargill, processo 5610 – Tubérculos. Em especial o Prof. Domingos Barros pelo cultivo e fornecimento da matéria-prima para esse trabalho.

Referências

- CARVALHO, Maria Celina Pereira de. **BAIRROS NEGROS DO VALE DO RIBEIRA: DO “ESCRAVO” AO “QUILOMBO”**. 2006. 205 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Sociais, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- CASTRO, Albejamere Pereira de. **Agrodiversidade e cadeia produtiva do cará (*Dioscorea spp.*) na agricultura familiar: um estudo etnográfico no município de Caapiranga-AM**. 2011. 220 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia Tropical, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011.
- DIAS, F. C. P.; SILVA, E. R. Análise físico-química de cará-de-espinho (*Dioscorea chondrocarpa* Griseb.) produzido em Manaus. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.1, p.3859-3869 jan. 2021.
- EFFAH-MANU, L.; WIREKO-MANU, F. D.; AGBENORHEVI, J. K.; MAZIYA-DIXON, B.; e ODURO, I. Chemical, functional and pasting properties of starches and flours from new yam compared to local varieties, *CyTA - Journal of Food*, 20:1, 120-127, DOI: 10.1080/19476337.2022.
- FARHAT, I. A.; OGUNTONA, T.; NEALE, R. J. Characterisation of starches from West African yams. *Journal of the science of food and agriculture*, v. 79, n. 15, p. 2105–2112, 1999.
- FREITAS, R. A.; PAULA, R. C.; FEITOSA, J. P. A.; ROCHA, S.; e SIERAKOWSKI, M. R. Amylose contents, rheological properties and gelatinization kinetics of yam (*Dioscorea alata*) and cassava (*Manihot utilissima*) starches. *Carbohydrate polymers*, v. 55, n. 1, p. 3–8, 2004.
- HORNUNG, P. S.; BARBI, R. C. T.; TEIXEIRA, G. L.; ÁVILA, S.; SILVA, F. L. A.; LAZZAROTTO, M.; SILVEIRA, J. L. M.; BETA, T.; RIBANI, R. H. Brazilian Amazon white yam (*Dioscorea sp.*) starch. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 134, 2075–2088, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10973-018-7353-1>.
- ISA, Instituto Socioambiental. **DOSSIÊ SISTEMA AGRÍCOLA TRADICIONAL QUILOMBOLA DO VALE DO RIBEIRA – SP**. 2017.
- JUDD, D. B. e G. WYSZECKI. *Color in Business, Science and Industry*. New York: John Wiley & Sons, 1963.
- KINUPP, V. F. e LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil**. Jardim Botânico Plantarum, 2ª edição, Nova Odessa, SP. 2021.
- LEONEL, M.. Análise da forma e tamanho de grânulos de amidos de diferentes fontes botânicas. *Food Science and Technology*, 27 (3), 579–588. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000300024>. 2007.
- LINDEBOOM, N.; CHANG, PR; TYLER, RT Aspectos analíticos, bioquímicos e físico-químicos do tamanho dos grânulos de amido, com ênfase em amidos de grânulos pequenos: uma revisão. *Starch*, Weinheim, v. 56, n. 3-4, pág. 89-99, 2004.

NABESHIMA, E. H.; NASCIMENTO, G. C.; TAGLIAPIETRA, B. L.; NEVES, E. C. A.; FERRARI, M. C.; MORO, T. M. A; MELO, B. G.; BRANDÃO, N. A.; SCARTON, M.; CAMPELO, P. H.; CLERICI, M. T. P. S. Tecnologia de Tubérculos. *In*: DELA-PAULA, B. M. e CLERICI, M. T. P. S. (org.). Bioquímica e Tecnologia de Alimentos de Produtos de Origem Vegetal - vol. 1. Editora Universidade Estadual de Alfenas, 2022. E-book disponível em: <<https://www.unifal-mg.edu.br/bibliotecas/fontes-de-informacao/e-books/>>.

OTEGBAYO, B.; OGUNIYAN, D.; AKINWUMI, O. Physicochemical and functional characterization of yam starch for potential industrial applications. **Die Starke**, v. 66, n. 3–4, p. 235–250, 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Estatística da Produção Agrícola**. Brasília: Indicadores Ibge, 2019.

SILVA, L. S. C., S. R. MARTIM, R. A. T. SOUZA, A. R. G. MACHADO, L. S. TEIXEIRA, L. B. SOUSA, M. C. VASCONCELLOS & M. F. S. TEIXEIRA, 2019. Extração e caracterização de amido de espécies de *Dioscorea* cultivadas na Amazônia. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais* 14(3): 439-452. 2019.

SILVA, L. S. C. Extração e caracterização de amido de espécies de *Dioscorea* e incorporação de nanopartículas de prata em filmes de revestimento para a conservação de *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh na Amazônia. 2020. 116 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal - BIONORTE) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.

PACHECO-DELAHAYE, E.; TECHEIRA, N; GARCIA, A. D. Elaboración y evaluación de polvos para bebidas instantáneas a base de harina extrudida de ñame (*Dioscorea alata*). *Rev. chil. nutr.*, Santiago , v. 35, n. 4, p. 452-459, dic. 2008

PÉREZ, E.; GIBERT, O.; ROLLAND-SABATÉ, A.; JIMÉNEZ, Y.; SÁNCHEZ, T.; GIRALDO, A.; BRUNO PONTOIREŞ, GUILOIS, S.; LAHON, M. C.; REYNES, M.; e DUFOUR, D. Physicochemical, functional, and macromolecular properties of waxy yam starches discovered from “Mapuey” (*Dioscorea trifida*) genotypes in the Venezuelan Amazon. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 59, n. 1, p. 263–273, 2011.

SACCOMANNO, B., CHAMBERS, A. H., HAYES, A., MACKAY, I., MCWILLIAM, S. C., & TRAFFORD, K. Starch granule morphology in oat endosperm. *Journal of Cereal Science*, 73, 46–54, 2017. <https://doi.org/10.1016/J.JCS.2016.10.011>

SENE, Talita Samanta. **MODOS DE FERMENTAR, SENTIDOS DE EMBRIAGAR E CONCEPÇÕES DE SER**: produção e consumo de caxiris entre senhoras tukano oriental de são gabriel da cachoeira, alto rio negro. 2015. 191 f. TCC (Graduação) - Curso de Antropologia Social, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SILVA, E. R.; ALFAIA, S. S.; OLIVEIRA, L. A.; RODRIGUES, R. C. Importância do cará-de-espino (*Dioscorea chondrocarpa* Griseb - *Dioscoreaceae*) no contexto segurança alimentar

para os povos da Amazônia. **Engenharia Agrônômica: Ambientes Agrícolas e seus Campos de Atuação**. [s.l.] Atena Editora, p. 55–72. 2021.

SILVA, Eleano R.; OLIVEIRA, Luiz Antonio; KINUPP, Valdely F.; ALFAIA, Sonia S.; AYRES, Marta Iria da C.; BARROS, Domingos R. Avaliação preliminar do cultivo de *Dioscorea altissima* Lam. **Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia** – Porto Alegre/RS, Vol 8, No. 2, Nov 2013.

SILVA, Eleano R.; BARROS, Domingos R.; KINUPP, Valdely F.; ALFAIA, Sonia S.; AYRES, Marta Iria C.; COIMBRA, Artur B. Isoporização em cará-de-espinho (*Dioscorea altissima* Lam.). *Cadernos de Agroecologia*, Vol 10, Nº 3 de 2015.

SOARES, P. P. DE S., NASCIMENTO, R. M. DO, RAMOS, P. A. S., COUTRIM, R. L., SILVA, T. M., e SOUZA, I. V. B. Qualidade pós-colheita de tubérculos de batata 'Ágata' embalados armazenados em diferentes condições. *Revista de Ciências Agrárias*, 62. DOI: <https://doi.org/10.22491/rca.2019.3050>. 2019

TEIXEIRA, L. S.; MARTIM, S. R.; SILVA, L. S. C.; KINUPP, V. F.; TEIXEIRA, M. F. S.; PORTO, A. L. F. Efficiency of Amazonian tubers flours in modulating gut microbiota of male rats. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, [S. l.], v. 38, p. 1–6. DOI: 10.1016/j.ifset.2016.08.015. 2016.

YUAN, Y.; ZHANG, L.; DAI, Y.; e YU, J. Physicochemical properties of starch obtained from *Dioscorea nipponica* Makino comparison with other tuber starches, *Journal of Food Engineering*, Volume 82, Issue 4, Pages 436-442, ISSN 0260-8774, <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.02.055>. 2007

ZANK, Sofia. **O Conhecimento sobre plantas medicinais em unidades de conservação de uso sustentável no litoral de SC: da etnobotânica ao empoderamento de comunidades rurais**. 2012. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

· CAPÍTULO 5 ·

**Tecnologia Social para o processamento de alimentos:
dimensionamento e testes de secagem solar com aplicação em
pães**

Esse capítulo foi apresentado no XXVII Congresso Brasileiro de Nutrição – CONBRAN, Maceió, 2022, e no XXX Congresso de Iniciação Científica da Unicamp, Campinas, 2022. Foi submetido à publicação na revista Ensaios Pioneiros, UFS, São Paulo, 2023 (ANEXO 4).

Tecnologia Social para o processamento de alimentos: avaliação, dimensionamento e aplicação

Gustavo Costa do Nascimento, Cybele Ayaka Hayashi, Natali Alcântara Brandão,
Pedro Henrique Campelo, Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici

Resumo

A Tecnologia Social (TS) é uma forma de desenvolvimento tecnológico que busca estar diretamente ligadas às pessoas, território e diferentes realidades que envolvem o grupo social a qual será beneficiado. A secagem solar é uma tecnologia simples e limpa, capaz de auxiliar a agricultura familiar, hortas urbanas, farmácias vivas, no processamento de vegetais para o aumento de sua conservação, do valor agregado, concentração de nutrientes, diminuição de desperdícios e necessidade de transporte. As especiarias são exemplos de vegetais que podem ser secos. Esse trabalho teve três principais objetivos: i) avaliação de TS relacionadas ao processamento de alimentos; ii) dimensionamento de secador solar e realização de testes de secagem de especiarias; e iii) aplicação das especiarias em pães. Para o primeiro foram utilizados dados do banco de projetos e os princípios da TS. Em seguida utilizou-se referências de secadores de modelo simples e sanitário. E por fim, os pães foram produzidos em panificadora automática e foram avaliados tecnologicamente (volume específico, atividade de água, firmeza do miolo e cor). Nota-se que os trabalhos de TS possuem limites relacionados principalmente a questões de autonomia e relação com o meio ambiente e potencialidades ligadas a resolução de demandas e presença de espaços colaborativos. O secador solar mostrou-se como boa alternativa para secagem de especiarias e após melhorias poderá ser aplicado para diferentes vegetais. Os pães com especiarias (gengibre e mix de ervas) são considerados de consumo imediato e foram viáveis tecnologicamente para as quantidades aplicadas. Por fim, considera-se que esse trabalho dá um suporte teórico e técnico às ações de pesquisa-extensão relacionadas ao processamento de alimentos, principalmente junto a grupos sociais que buscam melhores condições de vida e alimentação.

Palavras-chave: Tecnologia Social, secagem solar, especiarias, panificação.

1. Introdução

1.1. Tecnologia Social

O conceito de tecnologia, segundo Vargas (1994), pode ser entendido como “um conjunto de atividades humanas associadas a técnicas, instrumentos e máquinas, promovendo a construção e fabricação de produtos por meio de conhecimento sistematizado”.

O desenvolvimento e uso de uma tecnologia perpassa diversas circunstâncias políticas, econômicas e socioambientais, que podem favorecer ou não diferentes grupos. Com a busca por uma produção de alimentos mais sustentável, é importante considerar a interação social na construção de tecnologias de processamento de alimentos, sendo um caminho possível através da Tecnologia Social (TS)

A TS surge na América Latina no contexto de contraposição à Tecnologia Convencional (TC), o modelo ligado aos meios de produção intensos e orientado ao mercado capitalista. Teve a inserção na década de 1980 com o apoio de políticas oficiais à Tecnologias Apropriadas, no Programa de Transferência de Tecnologia Apropriada (PEREIRA e FREITAS,2018). Apesar da redução do apoio nos anos seguintes por questões sociopolíticas, voltou a se fortalecer nos anos 2000, concretizando-se de fato em 2001 com a criação do Instituto de Tecnologia Social (ITS), além da formação da Rede de Tecnologia Social (RTS) em 2005 (FREITAS, 2012).

Verifica-se também outras iniciativas promotoras do desenvolvimento das TS, além das RTS, como a Fundação Banco do Brasil (FBB), que vem estruturando um banco que registra e reconhece as iniciativas e organizações envolvidas.

De acordo com Dagnino (2009), a TS se trata de um termo que resulta da ação coletiva dos produtores sobre o processo de trabalho, sendo uma propriedade coletiva, cooperativa e participativa. Ela visa ser uma tecnologia alternativa à TC ou Tecnologia Capitalista, adequando-se aos princípios da Economia Solidária (DAGNINO, 2004; SCHWAB et al., 2016).

A definição de TS do Instituto de Tecnologia Social (ITS), é dada por um “conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida” (ITS BRASIL, 2004), apresentando-se em 4 pilares:

- I. Conhecimento, Ciência, Tecnologia: a busca pela transformação social ao encontrar solução para problemas sociais, sendo realizada com organização e sistematização, gerando ou introduzindo inovação na comunidade;
- II. Participação, cidadania e democracia: em que a TS busca a participação democrática, adotando metodologias participativas durante todos os processos, além de impulsionar a disseminação e a reaplicação;
- III. Educação: a realização do processo pedagógico e dialógico entre os conhecimentos científicos e populares, promovendo a apropriação pela comunidade em busca de autonomia;
- IV. Relevância social: por ser uma forma de solucionar os problemas encontrados, tendo enfoque também na sustentabilidade ambiental e a transformação social.

Esses pilares podem ser utilizados para guiar e avaliar trabalhos de TS, na busca de um melhor desenvolvimento tecnológico e social, melhorando sempre os trabalhos das áreas tecnológicas e de engenharia junto com os diferentes grupos sociais.

No início desse trabalho, o objetivo foi realizar um levantamento de projetos de TS depositados no banco da FBB e selecionar dois para discussão, a fim de entender seus limites e potencialidades, aprimorando os trabalhos de pesquisa-extensão na área de tecnologia de alimentos.

1.2. Secagem solar

A secagem de alimentos se trata de um dos métodos mais antigos e eficientes para a conservação, por converter alimentos perecíveis em produtos estáveis pode promover a diminuição de perdas e desperdícios, agregação de valor à matéria-prima e concentração de nutrientes. Isso só é viável devido a retirada de água, reduzindo a atividade de água que inibe o crescimento microbiano, além de auxiliar na redução de custo de transporte e armazenagem.

A operação unitária ocorre de duas formas: transferência de energia do ambiente (calor para evaporação da umidade superficial) e transferência de massa do interior para a superfície do material (umidade do interior se externaliza, seguida de evaporação). As etapas são divididas em três períodos, sendo estes de indução ou entrada em regime operacional, seguida um período de taxa constante, e por fim, de taxa decrescente de secagem (SANCHES, 2018).

A secagem solar é influenciada por diferentes fatores temperatura, velocidade de circulação do ar e umidade relativa, os quais estão diretamente relacionados à tecnologia utilizada (DI DOMENICO, 2019). Na secagem natural, a matéria-prima a ser seca é exposta diretamente ao sol, o que requer cautela para não ocorrer um aquecimento agressivo e heterogêneo e na secagem artificial, depende-se do uso de equipamentos (DI DOMENICO, 2019).

Em câmaras de secagem solar, por exemplo, são equipamentos que promovem o aumento da temperatura do ar interno, diminuindo a umidade, fazendo com que ocorra a transferência de água disponível na matéria-prima para o ar, tendo a energia solar como fonte de calor (DI DOMENICO, 2019).

Apesar de sofrer a influência da condição meteorológica do local e do período do ano, essa energia sustentável é alternativa no contexto de crise energética e de dependência do preço de combustíveis fósseis (COSTA, et al., 2020). A secagem solar de alimentos mostra-se como alternativa de grande interesse por sua característica de ser limpa, de baixo custo e de grande disponibilidade.

Considerando-se projetos de pesquisa-extensão na área de processamento de alimentos, sugere-se a secagem solar, por suas vantagens e

facilidades e sua possível adequação a diferentes necessidades. Portanto, esse trabalho teve como objetivo realizar o dimensionamento de um secador solar de desenho simples e em condições sanitárias para secagem de alimentos.

1.3. Especiarias e pães artesanais

As especiarias, conhecidas também como temperos e ervas condimentares, desempenham um papel histórico por suas características sensoriais, sejam para realçar ou agregar sabor, aroma e cores, como também por apresentarem propriedades terapêuticas (SILVA, 2019).

A legislação brasileira classifica especiarias como “produtos constituídos de partes de uma ou mais espécies vegetais, as quais são utilizadas com a finalidade de agregar sabor ou aroma aos alimentos e bebidas” (BRASIL, 2005). Ademais, são nutritivas e podem ser utilizadas frescas ou secas. Para as especiarias, o processo de secagem promove a conservação (aumento da vida de prateleira), podendo manter a qualidade nutricional e sensorial (SILVA, 2019).

Na panificação, o uso de especiarias é valorizado por serem ingredientes enriquecedores e diferenciadores, dando aroma e sabores, podendo agregar propriedades nutricionais por fornecerem fibras, carboidratos, proteínas, óleos essenciais, além de minerais e outros aportes fitoquímicos (GOMES, 2012). As especiarias estão também associadas a atividade antioxidante e bactericida, atribuindo-se o efeito antimicrobiano e maior retenção de água (GOMES, 2012).

Por fim, a critério de testes, o objetivo ao final do trabalho foi realizar a secagem de especiarias e aplicá-las em pães, estes foram avaliados para se observar as alterações tecnológicas que podem ocorrer com a presença das especiarias.

2. Material e métodos

Inicialmente, para a revisão de literatura, foram realizadas buscas por dissertações e teses em bibliotecas digitais (Google Scholar, Scopus, Web of Science) que estivessem relacionadas a ‘Tecnologia Social’ e processamento de alimentos,

especialmente, a secagem de alimentos por energia solar. Consultou-se também projetos do banco de dados de Tecnologias Sociais da Fundação Banco do Brasil (FBB, 2022), selecionando e avaliando-se a ferramenta de quebra de babaçu (FBB) e o secador solar (SANCHES, 2018) de acordo com as definições do Instituto de Tecnologia Social (ITS, 2007).

A execução das atividades práticas do projeto foi realizada no Laboratório de Cereais, Raízes e Tubérculos II, da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp (Campinas, SP).

O secador solar foi construído em material de aço inoxidável (nº 304 com chapa de 1 mm de espessura), com medidas aproximadas ao modelo de Di Domenico (2019), pela empresa Polinox Campinas. As dimensões internas da câmara de secagem são: 1150 x 850 x 425 mm (comprimento x largura x profundidade), com pés articulados; inclinação de 15°, três aberturas na parte superior (100 x 100 mm), de entrada e de saída de ar (300 x 100 mm).

A confecção do equipamento foi possível graças ao financiamento do projeto “Fibras e Amidos de tubérculos ainda não comercializados industrialmente” pela Fundação Cargill, pois foram realizados testes de secagem de tubérculos e raízes, como o açafraão, gengibre e cará de espinho.

Para a secagem, foram utilizadas as seguintes matérias-primas: cebolinha, manjeriço e alecrim, adquiridas no grupo de consumo do Coletivo de Produtoras do pré-assentamento Elizabeth Teixeira (Limeira - SP); hibisco, capim-cidreira, gengibre e ora-pro-nobis, do centro cultural Casa do Pavão (Campinas); e peixinho, manjeriço, alecrim, erva baleeira, colhidos no Espaço Mandala do projeto original Horto de Plantas Medicinais da Unicamp (Campinas).

Durante o processo de secagem, a umidade relativa do ar e as temperaturas foram aferidas com termohigrômetros, sendo um na região da entrada e outro na saída do secador solar. O fim do processo foi indicado com umidade inferior a 6%, aferida por balança infravermelho (105°C por 10 minutos).

Entre os produtos obtidos na secagem, selecionou-se o gengibre (triturado, em pó) e mix de ervas (cebolinha e manjeriço) para aplicação em pães artesanais.

Foram produzidos, em triplicata, pães com a formulação de pão francês (600g) da Panificadora Britânia Multipane, com adição de 0,2 a 0,5% (em relação à quantidade de farinha) das especiarias escolhidas, resultando nos seguintes pães: padrão, com gengibre e com mix de ervas.

Após a obtenção de cada pão, foram feitas as seguintes avaliações: volume específico pelo método de deslocamento de sementes de painço, umidade de acordo com o método 925.09 AOAC (2010), atividade de água através do equipamento Aqualab (4TEV), firmeza do miolo em texturômetro (TA.XT stable micro systems) de acordo com o método 74-09 (AACCI, 2010) ($n > 10$), e cor do miolo, em colorímetro (Miniscan XE PLUS HUNTERLAB®), pelo sistema CIELab. Foi realizada a comparação de médias através do teste de Scott-Knott, com software SISVAR ($p < 0,05$).

3. Resultados e discussão

3.1. Análise de potencialidades e limitações de tecnologias sociais

No total, existiam em 2019, 986 tecnologias certificadas no Banco de Tecnologias Sociais (BTS) em sua maioria nas categorias “educação”, “renda” e “meio ambiente”, sendo que a categoria “alimentação” está em aproximadamente 8% deste total, englobando as subcategorias: higienização de alimentos; alimentação escolar; produção de alimentos; reaproveitamento alimentar; produção orgânica e redução do uso de agrotóxicos (CORREA, 2020).

Dentre as últimas tecnologias certificadas selecionou-se àquelas que se relacionam com o processamento de alimentos, sendo essas: a “Casa de Farinha Construída de Barro” e a “Ferramenta Individual para Quebra de Coco Babaçu” (FBB, 2022).

Estas tecnologias relacionam-se de diferentes modos ao processamento de alimentos, a “Casa de Farinha Construída de Barro”, que faz parte do projeto “Comer e Morar” (2020) organizado pelo Instituto Ilhabela Sustentável, apresenta-se como TS enquanto local de processamento de alimentos (farinha de mandioca),

envolvendo técnicas de bioconstrução e manejo agroflorestal junto às comunidades caiçaras do arquipélago de Ilhabela (São Paulo).

A cartilha do projeto Comer e Morar (2020) dá maior detalhes do projeto, que objetiva a valorização dos conhecimentos e práticas florestais e agrícolas tradicionais, destacando como base a agroecologia, a roça caiçara como um agroecossistema particular, a agrobiodiversidade, com foco no desenvolvimento de Sistemas Agroflorestais (SAF) vinculados a arquitetura tradicional caiçara, sendo que nesse projeto foram construídas duas casas de farinha comunitárias. Os responsáveis afirmam que “tanto o processo de construção como o de uso possuem caráter colaborativo e educativo na valorização e fomento da produção de farinha de mandioca e, por consequência, da valorização da cultura e resistência caiçara nos territórios tradicionais da Mata Atlântica” (FBB, 2022).

Com relação a TS enquanto instrumento tecnológico para o processamento de alimentos, a “Ferramenta Individual para Quebra de Coco Babaçu”, desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Cocais, tem uma particularidade em seu processo de construção, pois foi feito através de validações dos grupos organizados de quebradeiras de coco de 7 comunidades do estado do Maranhão (FBB, 2022). Tem como objetivo melhorar a eficiência e ergonomia na quebra do coco babaçu, que seja uma tecnologia adequada a realidade das mulheres quebradeiras e resulte em um aproveitamento integral do fruto, agregando valor e melhorando a renda de suas famílias (FBB, 2022).

As informações fornecidas pelo Banco de Tecnologias Sociais permitem o entendimento das diferentes formas que a TS pode assumir e uma discussão de suas potencialidades e limitações relacionadas aos princípios da TS (ITS, 2007), para o melhoramento da reaplicação dessas tecnologias e como guia de desenvolvimento tecnológico que envolvam diversas dimensões das técnicas às culturais.

Dessa forma, a Figura 1 apresenta um esquema com os principais limites e potencialidades apontados após discussão dos projetos.



Figura 1. Desenho esquemático dos limites e potencialidades apontados nos projetos de Tecnologia Social (TS)

Fonte: autoria própria

Além das principais potencialidades (Figura 1) encontradas para essas TS, o processo de TS pode apresentar os seguintes pontos positivos: desenvolvimento de tecnologias adaptadas à produção de “pequenos produtores”; criação de alternativas de processamento de alimentos para o combate ao desperdício de alimentos; estão ligadas aos interesses de comunidades agrícolas; podem ser desenvolvidas e utilizadas facilmente; podem atender às exigências sanitárias; estão ligadas aos conhecimentos e cultura do território que se insere.

A não realização de oficinas que promovam um processo dialógico e participativo, para tomada de decisões, troca de conhecimentos e planejamento, por exemplo, podem ser prejudiciais no processo de TS. Deve-se ter atenção também a questões de custo, aquisição e manutenção da tecnologia, no caso de sua necessidade de insumos, instrumentos e materiais de difícil aquisição.

Freitas et al. (2013) realizou uma análise de tecnologias do BTS quanto ao potencial de contribuir com a sustentabilidade (econômica, social e ambiental) e evidencia que as tecnologias desenvolvidas enquanto TS são sustentáveis, porém apresentam limites, semelhantes aos encontrados para projetos analisados nesse trabalho, sendo eles:

a. na dimensão econômica, a promoção do empoderamento das comunidades quanto a propriedade das tecnologias, a fim de evitar a dependência de

terceiros, através da construção de conhecimentos da utilização da tecnologia enquanto instrumento de geração de trabalho e renda;

b. na dimensão social, o envolvimento efetivo das pessoas que utilizarão as tecnologias, ou seja, é necessário um projeto de transformação social que fuja da atuação assistencialista e individualista;

c. na dimensão ambiental, uma maior harmonização no desenvolvimento e uso das tecnologias com o meio ambiente, passando por escolhas que gerem um menor impacto possível.

Segundo Rios e Lima (2016) as TS proporcionam uma melhor articulação com a base da sociedade organizada e ganhos como a fixação dos povos em seus territórios, com condições adequadas de vida, e aumento do consumo de produtos de origem tradicional. O estudo e construção de TS seria um avanço para a universidade, que se limita a ações de uso e desenvolvimento de Tecnologia Convencional (puramente mercadológica), nas quais não há a inclusão social de seus usuários nas dimensões sociais, econômicas, ambientais e culturais (RIOS e LIMA, 2016).

No contexto do processamento de alimentos nos territórios, realizado pela agricultura familiar tradicional, e na pesquisa vinculada à extensão universitária, a TS mostra-se uma ferramenta importante para o trabalho extensionista. Ela é capaz de construir, junto às diferentes populações, soluções emancipatórias, que caminhem para uma produção de alimentos de fato sustentável, para a Soberania Alimentar⁵ e para manutenção da Segurança Alimentar e Nutricional, além da preservação sociocultural e ambiental dos alimentos regionais.

Detalhes quanto à organização, sistematização e acompanhamento dos processos de desenvolvimento das tecnologias são importantes para avaliar sua condição enquanto TS.

3.2. Dimensionamento do secador

Os secadores solares podem ser classificados como diretos (integrais), indiretos e mistos, que se relacionam com a forma com que a radiação solar incide no alimento, sendo a direta com incidência em superfície transparente, indireta em superfície opaca e misto em cabine coletora de calor, ou a combinação dos dois (EKECHUKWU E NORTON, 1999 apud DI DOMENICO, 2019).

O modelo de secador solar escolhido consiste em secagem natural passiva (sem utilização de equipamentos de ventilação), sendo de exposição indireta em períodos diurnos, evitando a incidência de radiação UV que desencadeia processos oxidativos em compostos bioativos. Possui aberturas para circulação interna de ar, sendo um sistema de aquecimento e ventilação natural (menor custo e impacto ambiental quando comparado ao uso de ar forçado). Considerou-se a RDC 216 (BRASIL, 2004) para escolha do material do secador.

O secador solar é desmontável e de aço inox 304 (1 mm de espessura). As dimensões internas da câmara de secagem serão: 1150 (comprimento) x 850 (largura) x 425 mm (profundidade), tem pés articulados, com 2 prateleiras móveis (*mesh 4*) em seu interior; a câmara de secagem possui uma inclinação de 15°, tendo os pés dianteiros e traseiros aproximadamente 1100 e 1400 mm respectivamente. A Figura 2 representa as dimensões externas da câmara de secagem com aberturas na parte superior (100 x 100 mm) e de entrada e saída de ar (300 x 100 mm).



Figura 2. Secador solar utilizado neste projeto, sendo A = parte de baixo; B = lateral esquerda; e C = frente e lateral direita

Fonte: Própria autoria

A entrada e saída de ar foram colocadas de tal forma para gerar um gradiente de temperatura, uma vez que o ar de entrada (menos quente) é aquecido pelo interior do secador, direcionando seu fluxo até a parte superior, onde encontra a saída de ar.

Como pré-requisitos, define-se que o equipamento só seria utilizado em local arejado com sol pleno ao longo do dia, verificando-se a previsão do tempo a fim de evitar dias com maior umidade e/ou chuvoso.

O secador solar apresentado aqui fez parte de um projeto paralelo a este nomeado “Secador Solar: estudo como tecnologia social e secagem de especiarias para elaboração de pães artesanais”, junto a estudante de graduação Cybele Ayaka Hayashi, pode-se realizar dois dimensionamentos e uma secagem teste com especiarias. Dessa forma, a partir dos resultados que são apresentados, é possível realizar adaptações ou melhorias para futuras aplicações em tubérculos e outros vegetais.

Em primeiro dimensionamento foram registradas a temperatura e umidade relativa no secador solar vazio, das 9 às 17h (Figura 3).

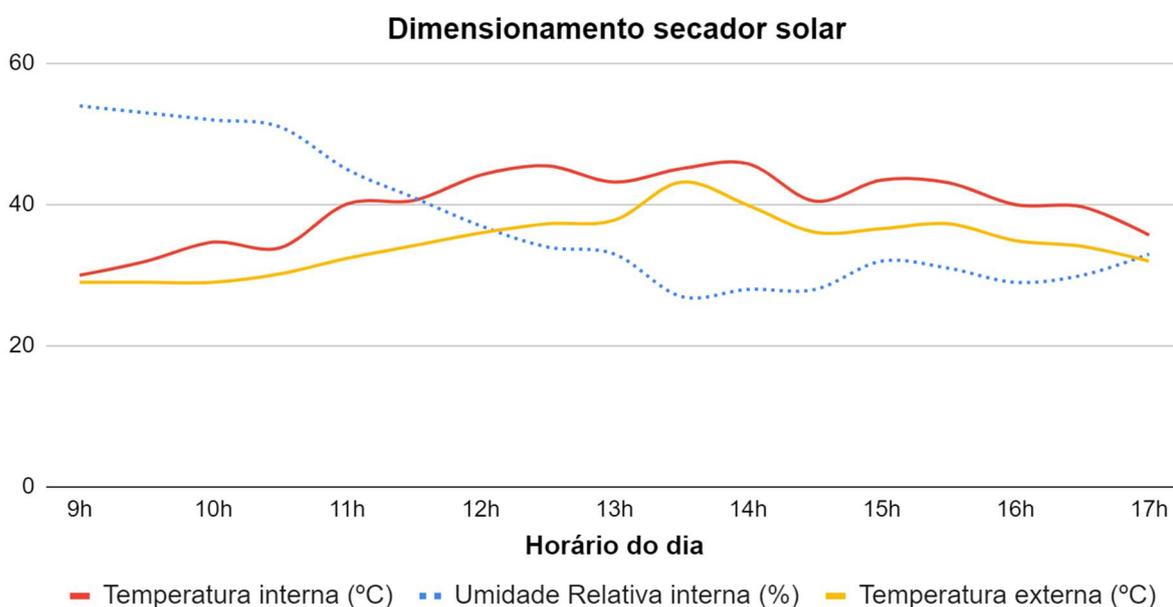


Figura 3. Gráfico de comportamento do secador solar no dimensionamento de secagem sem carga (vazio)

Fonte: Própria autoria

A Figura 4A mostra o secador solar inclinado para que o equipamento capte a maior incidência de sol durante seu uso, ou seja, o secador deve estar sentido norte

global e com inclinação de 0° no verão e primavera, no outono com ângulo da latitude local e no inverno adiciona-se 10° ao ângulo da latitude local. Dessa forma, pensando em uma inclinação média para o ano, o secador em questão tem uma inclinação aproximada de 15° .

O segundo dimensionamento foi com sílica, para observar a variação umidade interna, colocaram-se três envelopes contendo a sílica hidratada (ambiente com saturação de água), na entrada, no meio e na saída do secador, abaixo das respectivas aberturas como mostra a Figura 4B.



Figura 4. Secador solar ao sol, sendo A = com termômetro na parte superior central e termohigrômetro com visor na lateral e B = sílicas nas direções que foram colocadas no interior do secador

Fonte: Própria autoria

A partir do primeiro teste, pode-se observar a variação das temperaturas de secagem de acordo com o período do dia e conseqüentemente intensidade da radiação solar (períodos com maior incidência apresentam menor umidade relativa interna), tendo em média um aumento de aproximadamente 6°C na temperatura interna quando comparada à externa.

Ao longo do processo do segundo teste, foi possível observar a mudança da cor, sendo que o envelope próximo a saída o que apresentou maior perda de água no período. Esse método mostrou-se interessante para a verificação da eficiência em secagem solar, tendo como resultado um indicativo de cor de simples entendimento e adequado ao trabalho no campo.

Durante os processos de secagem das especiarias, obtiveram-se os resultados médios apresentados na Tabela 1, onde pode-se observar uma queda de aproximadamente 30% da umidade relativa interna do secador, o que é benéfico para a secagem, uma vez que se diminui a saturação do ar, aumenta-se a taxa de transferência de água do alimento para o ar.

Tabela 1. Dados de temperaturas médias e máximas, e média das umidades internas do secador solar durante os processos de secagem¹

Mês(es)	Temperatura média (máxima) (°C)		Umidade Relativa (%)	
	Entrada	Saída	Mínima	Máxima
Maio e abril	34,35 ± 3,49 (39,20)	34,52 ± 3,22 (42,50)	20	59

¹Os resultados de temperaturas correspondem à média de no mínimo três dias de secagem ± desvio-padrão.

As secagens realizadas não apresentam um padrão ao longo dos dias, tendo a temperatura fortemente influenciada pela condição meteorológica (radiação solar, umidade relativa do ar), pela manipulação do equipamento, passagem de nuvens e velocidade do ar externo.

Comparando com os estudos de Sanches (2018) e Di Domenico (2019), a temperatura média interna do secador adaptado foi abaixo do esperado (em torno de 50-60°C), havendo também uma amplitude pouco expressiva entre as temperaturas do interior e exterior.

Isso pode ser explicado pelo fato que equipamento é constituído completamente de aço inox, que possui alta condutividade térmica, porém com baixa

capacidade de isolamento térmico, ou seja, absorvendo e perdendo rapidamente o calor para o meio.

Possíveis adaptações para um aumento da eficiência na retenção de calor e consequente secagem, seria adicionar um sistema com materiais isolantes ou fluidos que podem reter o calor no interior do secador. A adição de um sistema de ventilação também é considerada positiva para diminuir o tempo de secagem, uma vez que a depender das características do alimento, pode chegar a 5 dias.

O peso do equipamento foi considerado um limitante em sua manipulação. Devido a questões de segurança e possíveis chuvas o secador precisava ser deslocado para uso, sugere-se, portanto, que seja colocado em um local fixo e se possível com cobertura transparente ou móvel. Essas melhorias serão estudadas futuramente em pesquisas e atividades de extensão.

3.3. Secagem de especiarias

Durante a secagem das especiarias pode-se observar o comportamento do secador de acordo com o período do dia, como apresentado na Figura 5, indicando melhores momentos para a secagem solar.

Houve uma grande variação de temperatura por volta das 10h, durante os dias mensurados (Figura 5), devido principalmente por seu um período de incidência lateral do sol e passagem de nuvens. Observa-se que nos horários de maior incidência solar (11h às 14h), há uma menor variação de temperatura e que a partir das 16h há uma queda na temperatura interna do secador, podendo indicar um período de menor taxa de secagem.

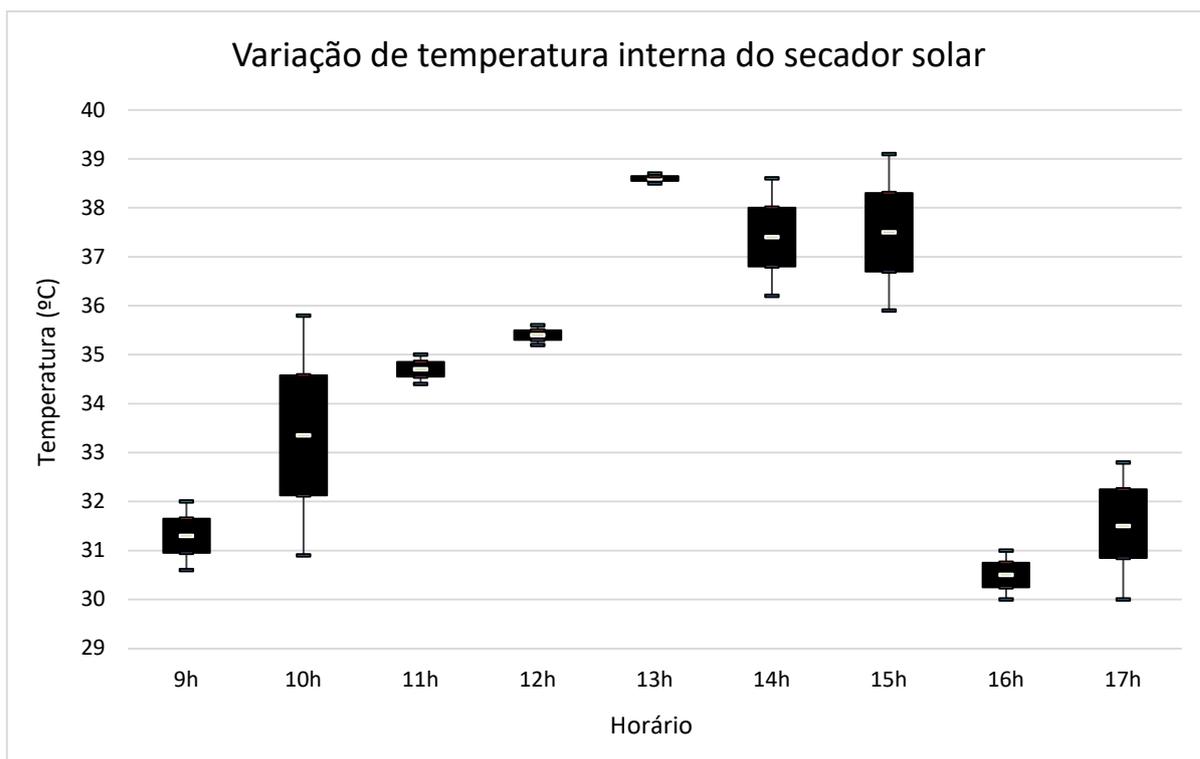


Figura 5. Gráfico de variação de temperaturas interna do secador solar por hora

A secagem do gengibre (Figura 6a) passou pela etapa do corte após a higienização a fim de aumentar a superfície de contato para melhorar o processo. Por tratar-se de um rizoma com maior conteúdo de água comparada às outras especiarias, o gengibre ficou aproximadamente 120h no secador solar até alcançar uma umidade inferior a 10%. O mix de ervas, composto de cebolinha (Figura 6b) e manjerição (Figura 6c), alcançaram a umidade de segurança em menos de 72h, e não passaram por tratamento térmico.

Durante os três dias de secagem do mix de ervas foi aferida a massa para a determinação de sua taxa de perda de água, que pode ser observada na Figura 7.



Figura 6. Especiarias secas em secador solar, selecionadas para aplicação



Figura 7. Taxa de desidratação do mix de ervas durante os dias de secagem

Nota-se que o primeiro dia é responsável pela maior taxa de evaporação de água, enquanto no terceiro dia ela se torna constante e tende a zero, indicando o fim da secagem.

Na Figura 9 é possível observar outras matérias-primas que foram secas, que variaram de folhas (Figura 9a, c, e), sementes (Figura 9b), rizoma (Figura 9d) e flor (Figura 9f), podendo servir como chás e temperos.



Figura 9. Folhas, rizomas e flor secas por secagem solar, sendo A = ora-pro-nobis, B = sementes de hibisco, C = erva de santa maria, D = açafão, E = capim santo e F = hibisco (vinagreira)

2.5. Elaboração e avaliação pães artesanais adicionados de especiarias

Entre os produtos obtidos na secagem, selecionou-se o gengibre e mix de ervas para aplicação em pães artesanais, visto que foram ervas que estavam em condições desejadas, consideradas facilmente obtidas e de uso popular.

A panificadora foi escolhida a fim de uniformizar a produção desde a mistura, fermentação até o processo de assado, com um tempo de produção na panificadora de 3h40, tendo 1h de descanso e resfriamento. A máquina de pão utilizada, os

ingredientes de produção e a visão final do pão dentro do equipamento podem ser observados na Figura 10. Cabe ressaltar que a produção de pães artesanais pode ser feita de forma manual e em padarias com estrutura, contendo masseira, câmara de fermentação e forno.

Tabela 5. Formulação de pão tipo francês utilizada para aplicação das especiarias

Ingrediente	Medida (volume ou massa)
Água	1 copo (240mL)
Óleo	1 colher de sopa (6g)
Sal	1 12 colher de chá (3g)
Açúcar	1 12 colher de sopa (16g)
Farinha de trigo	3 copos (450g)
Fermento químico	2 colheres de chá (4g)
Especiaria*	0,2 - 0,5% (0,9 - 1,25g)

*Utilizou-se 0,2% para o gengibre e 0,5% para o mix de ervas

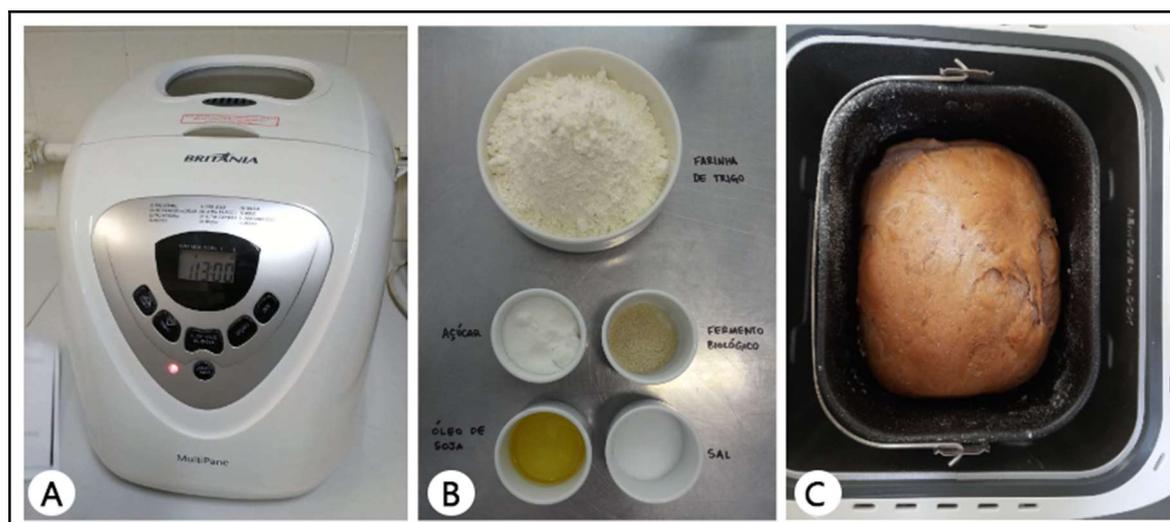


Figura 10. Produção do pão artesanal com especiarias, sendo A = panificadora automatizada, B = ingredientes preparados e C = resultado.

Fonte: Própria autoria

Os resultados de avaliações tecnológicas dos pães podem ser observados na Tabela 6.

Durante os dias de produção, pôde-se observar que os pães que passaram por um período maior de descanso para iniciar a produção apresentaram visualmente volumes maiores, porém não houve diferença significativa dos volumes específicos dos pães.

Tabela 6. Resultados das análises tecnológicas dos pães artesanais: padrão (PP), com gengibre (PG) e com mix de ervas (PE)¹

Amostras	PP	PG	PE
Volume específico (mL/g)	3,09 ± 0,03 ^{ns}	3,34 ± 0,36 ^{ns}	3,41 ± 0,60 ^{ns}
Umidade (g.100g ⁻¹)	34,00 ± 2,13 ^{ns}	32,80 ± 2,52 ^{ns}	33,95 ± 1,81 ^{ns}
Atividade de água ²	0,94 ± 0,00 ^a	0,94 ± 0,00 ^a	0,93 ± 0,00 ^b
Firmeza (g)	248,37 ± 60,21 ^{ns}	253,64 ± 73,06 ^{ns}	282,61 ± 5,27 ^{ns}
Cor do miolo			
L*	72,93 ± 1,16 ^a	67,14 ± 1,26 ^b	72,53 ± 1,91 ^a
a*	3,23 ± 0,50 ^a	3,50 ± 0,40 ^b	1,06 ± 0,40 ^c
b*	22,841 ± 0,64 ^a	23,11 ± 0,81 ^b	18,84 ± 0,81 ^c

¹Resultados correspondem à média (n > 3) ± desvio-padrão. Letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p ≤ 0,05), sendo ns = não significativo.

²Análise realizada a temperatura média = 24,9°C.

A umidade é uma informação importante por se relacionar com a conservação e armazenamento do produto, conseqüentemente na qualidade e durabilidade. Para a panificação, segundo a legislação a umidade máxima é de 38 g.100g⁻¹ (BRASIL, 2000), mostrando que os pães produzidos, mesmo que em ambiente fechado (panificadora) apresentam umidade dentro do esperado para pães de consumo

imediatamente (até 6 horas). Essa indicação de consumo é necessária uma vez que os pães apresentaram $A_w > 0,90$, sendo passíveis de contaminação de bolores e leveduras.

Com a adição das especiarias, observa-se que não houve diferença significativa na firmeza do miolo, mostrando a possibilidade do uso de especiarias sem alteração da textura do pão, que apresentou comportamento semelhante ao avaliado por Gomes (2012).

Quanto à cor do miolo dos pães, esta foi alterada de acordo com a adição das especiarias, sendo que para o PG, o valor L^* foi significativamente diferente que PP e PE. De maneira geral, as diferenças estão relacionadas principalmente pela adição das especiarias alterando os valores de a^* e b^* devido às suas cores características.

4. Conclusão

Através dos estudos de secadores solares, enxerga-se como potencialidade, o modelo de secador escolhido tem a possibilidade de ser uma ferramenta que atende de forma simples e rápida a demanda para se evitar o desperdício, utilizando apenas energia solar, acreditando-se que melhorias podem ser testadas para aumentar sua eficiência.

A agregação de valor aos produtos, quando secos, é um ponto importante ao se considerar esta tecnologia. Além disso, com a perda de água há a redução do peso e consequentemente os custos de transporte, os perigos de crescimento de microrganismos patogênicos e modificações como murchamento, escurecimento, alteração de sabor e aroma.

O alimento quando seco, há a manutenção do seu preço, não dependendo das épocas de safra. Esta e outras tecnologias desenvolvidas junto a comunidades interessadas e participativas em sua produção e aplicação (Tecnologia Social), aumenta seu potencial de sustentabilidade socioambiental.

A produção de pães artesanais com especiarias secas mostrou-se tecnologicamente viável, além de sua adição de sabor, é uma das formas de aplicação das mesmas e alternativa de agregação de valor aos pães, seja sensorial, nutricional,

tecnológica e economicamente. Essas especiarias também podem ser aplicadas em bolos, biscoitos, massas, caldos, sopas, entre outras.

5. Agradecimentos

As autorias agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil, pelas bolsas concedidas a P. H. Campelo e MTP Clerici (Processos 310793/2021-1 e 312786/2020-4) e de Iniciação Científica de C. A. Hayashi, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - código financeiro 001, Brasil, pelas bolsas de G. C. Nascimento e N. A. Brandão (Processos 88887.605707/2021-00 e 88887.605710/2021-00). Também agradecem, Faepex - 2679/21 e Fundação Cargill, processo 5610 – Tubérculos. Em especial agradecem a Cristina Tanikawa e Nilza Alzira Batista pela parceria com a Mandala Unicamp e o Espaço Cultural Casa do Pavão.

Referências

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis, AOAC, Arlington, VA, USA, 2010. Secs. 925.09.
- BRASIL. Resolução RDC 216 de 15 de setembro de 2004. Aprova o regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 2004. Acesso: 06 mar. 2022.
- BRASIL. Resolução RDC N° 276, de 22 de setembro de 2005. REGULAMENTO TÉCNICO PARA ESPECIARIAS, TEMPEROS E MOLHOS Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 2005. Acesso: 05 set. 2022.
- BRASIL. Projeto de lei do senado nº 111, DE 2011. Institui a Política Nacional de Tecnologia Social. Disponível em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/99555/pdf>>. Acesso: 06 mar. 2022.
- BRASIL. Resolução RDC N° 90, DE 18 DE OUTUBRO DE 2000. REGULAMENTO TÉCNICO PARA FIXAÇÃO DE IDENTIDADE E QUALIDADE DE PÃO. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 2000. https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2000/rdc0090_18_10_2000.html. Acesso: 04 set. 2022.
- COMER E MORAR (org.). **Viver no Território Tradicional da Mata Atlântica**. Ilhabela: Instituto Ilhabela Sustentável, 2020.
- CORREA, A. P. M.; PINTO, H. M.; FREITAS, C. C. G.; FREITAS, F. P. M.. Banco de tecnologias sociais: um panorama. **Revista Tecnologia e Sociedade**, [S.L.], v. 16, n. 40, p. 1, 1 abr. 2020. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). <http://dx.doi.org/10.3895/rts.v16n40.9878>.
- COSTA, NANCY LIMA et al. Características dos sistemas de secagem solar em desenvolvimento na UFCG. In: VII Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS 2018. 2020. Acesso: 05 set. 2022.
- DAGNINO, R.; BRANDÃO, F. C.; NOVAES, H.T. Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social. Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento. Fundação Banco do Brasil, Rio de Janeiro, 2004. Acesso: 24 fev. 2022.
- DAGNINO, R. Tecnologia Social: Ferramenta para construir outra sociedade. Campinas: Komedi, 1.a ed, 2010.
- DI DOMENICO, A. L. Estudo da capacidade produtiva e viabilidade econômica de diferentes modelos de secadores solares para desidratação de alimentos por pequenos produtores rurais. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2019. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/20065/1/FB_CEEP_I_2020_01.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2022.
- FREITAS, C. C. G. Tecnologia social e desenvolvimento sustentável: um estudo sob a ótica da adequação sociotécnica. 2012. 240 f. Tese (Doutorado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Acesso: 03 mar. 2022.
- FREITAS, C. C. G.; KÜHL, M. R.; SEGATTO, A. P.; BALBINOT, Z. TECNOLOGIA SOCIAL E A SUSTENTABILIDADE. EVIDÊNCIAS DA RELAÇÃO. **Interciencia**, 38(3), 229-236, 2013
- FBB - Fundação Banco do Brasil. Ferramenta individual para quebra de coco babaçu. São Luíz, 2019. Disponível em: <<https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/>> Acesso em 09 de mar. 2022.
- GOMES, Isabel Maria Monteiro. Estratégias para a redução do teor de sal no pão através da incorporação de ervas aromáticas e especiarias: perspectivas do consumidor. 2012. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/65504/2/24185.pdf>> Acesso em 06 de jul. 2022.
- ITS - INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. Conhecimento e Cidadania. São Paulo, 2007. Disponível em: <https://docs.wixstatic.com/ugd/85fd89_5dbe395e82e142caad9baa12765461bb.pdf>. Acesso em: 25 de fev. 2022.

- Isidoro, A., & Battestin, V. (2014). Determinação qualitativa de enzimas deteriorativas Catalase e Peroxidase em alcachofras provenientes da cidade de São Roque-SP Scientia Vitae, 2 (6),55 -60. Acesso: 05 set. 2022.
- PEREIRA, L. C. B.; FREITAS, C. C. G. Educação na tecnologia social: análise de experiências. Revista Tecnologia e Sociedade, v. 14, n. 30, p. 105-120, 2018.<https://www.redalyc.org/journal/4966/496659054007/html/> Acesso: 06 mar. 2022.
- RIOS, D. M. S.; LIMA, J. R. O.. A prática da extensão universitária como incentivadora da tecnologia social. **Revista Brasileira de Tecnologias Sociais**. Editora UNIVALI. .v. 3, n. 1, p. 93, 5 dez. 2016.
- SANCHES, R. V. Reaplicação da tecnologia social para o desenvolvimento de um secador solar para alimentos. Dissertação de mestrado em Engenharia de Alimentos - Unicamp, Campinas, SP, 2018. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/333327/1/Sanches_RafaelVasques_M.pdf> Acesso em: 24 fev. 2022.
- SCHWAB, D; FREITAS, C. C. G. Tecnologia social: implicações e desafios da implantação. Revista Tecnologia e Sociedade, v. 12, n. 26, p. 42-60, 2016.<https://www.redalyc.org/pdf/4966/496654013004.pdf> Acesso: 05 mar. 2022.
- SILVA, Jéssica Alane Silvano de Lima. Desidratação de ervas condimentares: análise do processo de secagem. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Acesso em: 20 ago. 2022.
- VARGAS, M. Para uma filosofia da tecnologia. São Paulo: Alfa Omega, 1994. Acesso em: 25 ago. 2022.

· **CAPÍTULO 6** ·

**Farinhas de cará-de-espinho (*Dioscorea chondrocarpa* Griseb.) e
aplicações em extrusão termoplástica: caracterização e
propriedades**

Este capítulo será submetido em revista
de impacto da área.

Farinhas de cará-de-espinho (*Dioscorea chondrocarpa* Griseb.) e aplicações em extrusão termoplástica: caracterização e propriedades

Gustavo Costa do Nascimento^{*a}, Bruna Lago Tagliapietra^a, Rebeca Salvador Reyes^a, Pedro Henrique Campelo^b, Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici^a

^a Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil.

^b Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

*gucones@gmail.com

Resumo

Os tubérculos vêm sendo estudados para uso na indústria alimentícia, por exemplo na forma de farinha. Sua transformação via extrusão termoplástica pode modificar suas propriedades, ampliando as possibilidades de aplicação desse alimento. O cará-de-espinho é um tubérculo ainda pouco explorado, se caracteriza pela grande produtividade e é passível de processamento para seu aproveitamento e diminuição do desperdício. Dessa forma o objetivo desse trabalho foi caracterizar e discutir possíveis aplicações das farinhas de cará-de-espinho sem (FES) e com casca (FEC), seus extrusados (ESC e ECC) e suas respectivas farinhas pré-gelatinizadas (PGS e PGC). O tubérculo foi produzido no Instituto Federal do Amazonas, seco ao sol e posteriormente a extrusão suas farinhas foram padronizadas. O processamento das farinhas foi realizado em extrusora dupla rosca, em condições fixadas. Os produtos extrusados foram caracterizados morfológicamente e tecnologicamente, bem como as farinhas pré-gelatinizadas. Para as farinhas cruas foram realizadas as mesmas análises para comparação. Observa-se que a presença da casca (FEC) gera uma maior energia mecânica ($127,00 \pm 11,00 \text{ kJ.kg}^{-1}$), extrusados (ECC) com menor parede de células, maior índice de expansão ($11,58 \pm 3,53$) e mais redondos ($0,91 \pm 0,01$), porém menor porosidade. Ambos extrusados contêm amido cru em sua estrutura. Com relação às farinhas, destaca-se que o processo aumenta a solubilidade em água e absorção no caso da PGS, e diminui-se as capacidades de absorção de óleo e espumante. As propriedades de pasta e térmicas mostram que a farinha crua tem altas viscosidade final ($6.925,00 \pm 0,00 \text{ cP}$) e temperatura de gelatinização ($83,71^\circ\text{C}$), quando comprada a outras espécies. A aplicabilidade das farinhas está relacionada principalmente a suas capacidades de espessamento e gelatinização,

podendo ser aplicadas em produtos de panificação, produtos instantâneos e como emulsificante.

Palavras-chave: cará-de-espinho, farinha de cará, extrusão termoplástica, aplicação industrial.

1. Introdução

A composição dos tubérculos vem sendo estudada para sua utilização em novos produtos (TÉLLEZ-MORALES et al., 2022), dessa forma, no caso de tubérculos nativos, como o cará-de-espinho, sua caracterização e de sua farinha são importantes para evidenciar as possibilidades de uso como ingrediente na indústria alimentícia.

A extrusão é considerada uma tecnologia verde, principalmente devido a sua não geração de resíduos durante o processo, seu uso está sendo estimulado para cooperativas, como forma sustentável de obter produtos prontos para o consumo e com longa vida de prateleira.

A indústria de produtos extrusados uma tecnologia que, segundo Harper (1989), é considerada um processamento HTST (alta temperatura e curto tempo), que combina várias operações como mistura, cozimento, cisalhamento, expansão (*puffing*), modelagem final e secagem dentro de um processo contínuo, rápido e de alta eficiência energética.

Como ingredientes, essa indústria utiliza comumente cereais, amidos e proteínas vegetais, com o objetivo de obter produtos acabados de textura, volume e outras características desejadas (LAUNAY E LISCH, 1983 apud SETH, BADWAIK E GANAPATHY, 2015). Pode-se também utilizar a extrusão termoplástica como processo de modificação das matérias-primas, uma vez que, segundo Téllez-Morales et al. (2022), suas propriedades podem ser aumentadas ou diminuídas, a depender das modificações sofridas no amido (degradação e gelatinização), proteínas (desnaturação e plastificação), fibras e suas interações.

Os estudos de *snacks* compostos unicamente de tubérculos ou como componente na formulação de cereais matinais, salgadinhos, dentre outros, bem

como seu uso como farinha pré-gelatinizada, ainda são escassos, principalmente para extrusoras dupla-rosca.

Considerando que o cará-de-espinho (*Dioscorea chondrocarpa* Griseb.) é um tubérculo de alta produtividade, perecibilidade e grande volume (NABESHIMA et al., 2022), seu processamento via extrusão pode ser vantajoso quando associado à produção de sua farinha ou até mesmo com incentivos governamentais às agroindústrias ou cooperativas de processamento de alimentos.

Dessa forma, este capítulo teve como objetivo apresentar o processamento das farinhas de cará-de-espinho via extrusão termoplástica, caracterizando seus extrusados e farinhas pré-gelatinizadas. Escolheu-se utilizar também a farinha do tubérculo com casca, pensando na dificuldade de manipulação do cará-de-espinho bem como no aproveitamento das fibras tanto de forma tecnológica para o processo como nutricional.

2. Material e métodos

2.1. Material

Devido ao período de pandemia o processamento (lavagem, sanitização e secagem solar) do tubérculo foi realizado em ambiente doméstico e depois seus pedaços de cará-de-espinho secos (Figuras 1 A e B), foram triturados até obtenção das farinhas cruas sem (FES) e com casca (FEC) (Figuras 1 C e D). O tubérculo foi fornecido pelo Instituto Federal do Amazonas - IFAM (3°4'45" S, 59°55'59" O).



Figura 1. Farinhas cruas do cará-de-espinho sem (A) e com casca (B).

Fonte: Própria autoria

2.2. Métodos

2.2.1. Preparo das amostras e processamento por extrusão termoplástica

Anteriormente a extrusão, as farinhas cruas passou por dois processos: a padronização, que consiste em aferir a umidade pelo método 925.09 (AOAC, 2010), realizar sua distribuição granulométrica pelo método 965.22 (AOAC, 2010), por meio de peneiras entre 2 mm e 0,25 mm de abertura, para o cálculo do Módulo de Finura (MF) e Índice de Uniformidade (IU) segundo Zanotto e Bellaver (1996); e o condicionamento, com adição de água destilada (necessário para alcançar umidade de $18\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) sob mistura, homogeneização com mistura de 10 minutos, embalagem e armazenamento por 24h a 18°C para estabilização da umidade.

O processo de extrusão termoplástica foi realizado em extrusora dupla rosca ZSK-30 (*Werner & Pfleiderer, Dinkelsbühl, Germany*), com os seguintes parâmetros pré-estabelecidos: temperaturas das zonas T1 = 95°C , T2 = 95°C , T3 = 130°C , T4 = 100°C ; velocidade de rotação das roscas de 220 rpm; taxa de alimentação de $160,27\text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$; injeção de água de $18,3\text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$; matriz de saída com

diâmetro 4 mm. Para a extrusora em questão o valor $L/D = 27,5$. A configuração da rosca pode ser visualizada na Figura 2.

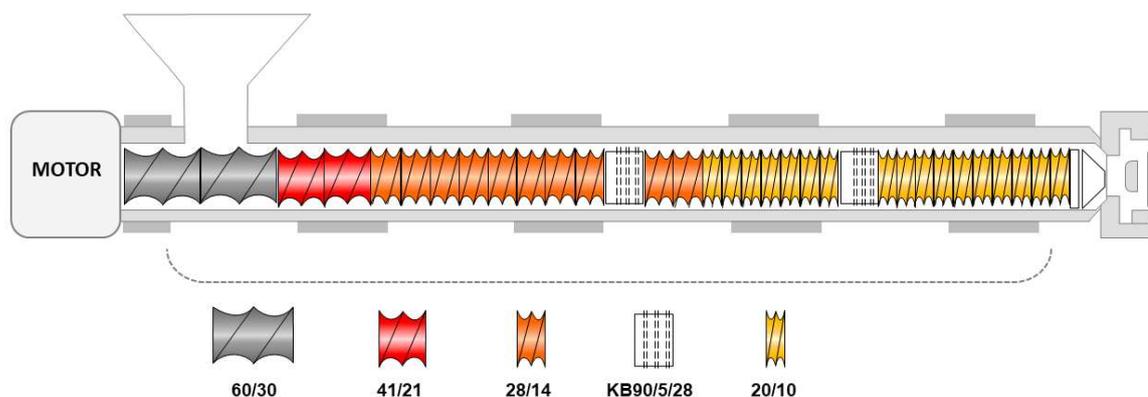


Figura 2. Desenho esquemático da configuração das roscas usada para extrusão termoplástica das farinhas de cará-de-espinho. XX/XX: comprimento do elemento/comprimento do passo. KB90/5/28: ângulo de hélice/número de hélices/comprimento do elemento

Fonte: Adaptado de Salvador-Reyes et al. (2022).

A energia mecânica específica do processo foi calculada de acordo com Pansawat et al. (2008) considerando a média dos torques observados durante o processo, a potência do motor de 4.000 kW, a taxa de fluxo de massa em $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ e a velocidade máxima de operação de 500 rpm.

Após a obtenção dos extrusados, estes foram secos em estufas com circulação de ar a 75°C por 1 hora, até uma umidade abaixo de $4\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$. Uma parte dos extrusados foi cortada manualmente em pedaços de 5 cm para análises de caracterização e outra parte foi moída em liquidificador Fury de alta rotação (Hamilton Beach - Commercial, BIMG Brasil, Brusque, SC) e padronizada (granulometria $< 250\ \mu\text{m}$) para obtenção das farinhas pré-gelatinizadas. Por fim, as amostras foram embaladas e armazenadas em temperatura controlada de 18°C .

2.2.2. Avaliação dos extrusados

Para avaliação dos extrusados de cará-de-espinho sem (ESC) e com casca (ECC), foram realizadas as seguintes análises:

- I. **Cor instrumental:** foi determinada em ambiente escuro de acordo com Bhuwan (2007) com adaptações, através de colorímetro (CR-10 - Konica Minolta, Japão) no sistema CIELab. Nesse caso, duas camadas de extrusados foram colocadas em caixa com fundo preto, e fechada com pano de feltro preto no momento das leituras.
- II. **Morfologia:** caracterizados quanto ao diâmetro, área, perímetro, circularidade e porosidade da secção transversal de acordo com Oliveira, Rosell e Steel (2015), com auxílio do programa ImageJ; e realizada a captura de imagens através de microscopia eletrônica de varredura (MEV) modelo Leo 440i com Detector de Energia Dispersiva de raios X modelo 6070 (Cambridge, Inglaterra). O pedaço de extrusado foi colocado em *stub* de alumínio com fita de carbono e em seguida metalizado com ouro no equipamento Sputter Coater EMITECH K450 (Kent, Reino Unido).
- III. **Índice de expansão:** calculado através da relação entre os diâmetros de saída do equipamento (matriz) e da secção dos extrusados de acordo com Faubion (1982). Os resultados representam a média de 10 medições.
- IV. **Volume específico:** calculado pela relação entre volume e massa de 10g de amostra, por deslocamento de painço.
- V. **Textura instrumental:** determinada a dureza em texturômetro (TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Reino Unido) com probe tipo guilhotina e corte "V". O teste foi realizado de acordo com as seguintes condições operacionais: distância da sonda de 20 mm, velocidade pré-teste de 2 mm.s⁻¹, velocidade de teste de 1 mm.s⁻¹ e velocidade pós-teste de 2 mm.s⁻¹. O maior pico atingido na força de corte foi considerado a dureza e resultados representam a média de no mínimo 10 medições.

2.2.3. Avaliação das farinhas antes e após a extrusão termoplástica

Para avaliação das farinhas cruas de cará-de-espinho sem (FES) e com casca (FEC), e pré-gelatinizadas sem (PGS) e com casca (PGC), foram realizadas as seguintes análises:

- I. **Morfologia:** realizada através de microscopia ótica em microscópio com câmera acoplada (Olympus System Microscope, modelo BX51); a MEV foi realizada no mesmo equipamento e procedimento citado anteriormente. Em seguida, a análise das

dimensões (comprimento, largura, área, perímetro) e distribuição granulométrica foi realizada de acordo com Igathinathane et al. (2009) (apud SCHNEIDER et al., 2012) utilizando o software Image J.

II. Cor instrumental: de acordo com o sistema CIELab em colorímetro (CR-10 - Konica Minolta, Japão), com determinações em no mínimo 4 pontos da superfície das farinhas.

III. Propriedades em água e óleo: índice de absorção de água (IAA) e o índice de solubilidade em água (ISA) foram determinados conforme metodologia de Anderson, Conway e Peplinski (1970); capacidade emulsificante (CE) foi determinada segundo Yasumatsu et al. (1972); e a formação, estabilidade de espuma e capacidade de absorção de óleo (CAO) de acordo com Lin, Humbert e Sosulski (1974).

IV. Propriedades de pasta: determinadas utilizando o viscosímetro *Rapid Visco Analyzer* (RVA) modelo RVA-4500 (Perten Instruments, Warriewood, Austrália), de acordo com o método 76–21.01 AACCI (2010).

V. Propriedades térmicas: determinadas em equipamento de Differential scanning calorimetry (DSC) Mettler Toledo modelo DSC1 (Schwerzenbach, Suíça), seguindo preparação de amostra e intervalo de temperatura de Felisberto et al. (2019), relação amostra e igual a 1 para 3 em miligramas.

2.2.4. Análise estatística

Todas as análises foram realizadas no mínimo em triplicata. Os dados são analisados por ANOVA com nível de significância de 5%, sendo a diferença entre as médias avaliada pela Diferença Mínima Significativa (DMS) ou pelo teste Scott-Knott de comparações múltiplas ($p < 0,05$), utilizando o programa estatístico *Analysis of Variance for Balanced Data* (SISVAR 5.6, UFLA, Lavras, Brasil).

3. Resultados e discussão

3.1. Processamento por extrusão termoplástica

3.1.1. Características das farinhas cruas

3.1.1.1. Microscopia óptica (MO) e eletrônica de varredura (MEV) das farinhas cruas

As características microscópicas das farinhas cruas do cará-de-espinho sem e com casca, FES e FEC, respectivamente, podem ser observadas na Figura 3.

O processamento, que inclui etapas que podem gerar modificação no amido como branqueamento e secagem, não apresentou esse tipo de alteração visual nos grânulos das farinhas. Através da MO pode-se notar partículas fibrosas, diferentemente do amido nativo mostrado no capítulo 5, e que a presença da cruz de malta (luz polarizada) se manteve. As imagens de MEV (Figura 3) confirmam a presença de fibras aderidas aos grânulos de amido, bem como alguns grânulos danificados.

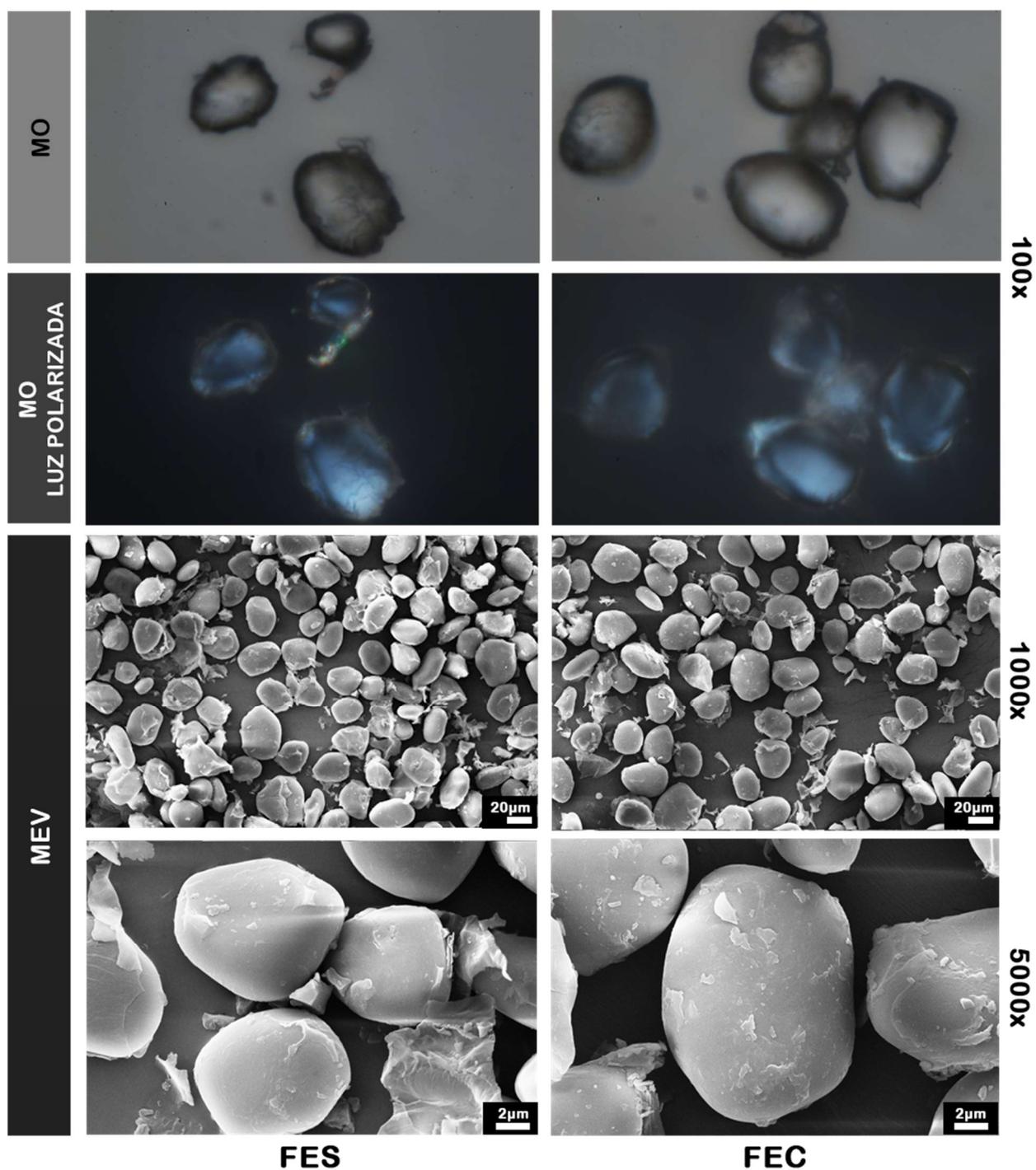


Figura 3. Imagens em microscópio óptico sem (MO) e com luz polarizada (MO luz polarizada) de ampliação 100x e de microscopia eletrônica de varredura (MEV) de ampliações 1000 e 5000x, das farinhas de cará-de-espinho sem (FES) e com casca (FEC)

Fonte: Própria autoria

3.1.1.2. Distribuição granulométrica, módulo de finura e índice de uniformidade

A distribuição granulométrica é um importante parâmetro de qualidade no processo de extrusão, tendo efeito na homogeneização dos ingredientes, absorção de água, necessidade de cisalhamento, dentro outros fatores que influenciam na expansão e características finais do extrusado. Para a extrusão optou-se pela utilização de amostras de 2 kg das farinhas cruas (FES e FEC) que apresentaram distribuição granulométrica de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Característica das partículas das farinhas de cará-de-espinho sem (FES) e com casca (FEC)

Parâmetro ¹	Retenção farinhas cruas (%)	
	FES	FEC
<i>Distribuição granulométrica (µm)</i>		
> 1410	0,71	3,30
1410 a 1190	0,78	3,80
1190 a 841	0,69	16,20
841 a 500	29,45	18,40
500 a 250	17,79	13,10
< 250	50,58	45,40
MF	0,91	1,30
IU - partículas (%)		
Fina	3,39	7,05
Média	29,55	34,53
Grossa	67,05	58,42

¹Para distribuição granulométrica massa retida é relacionada por “>” = maior ou “<” = menor granulometria que as aberturas de peneiras apresentadas; MF = módulo de finura; e IU = índice de uniformidade, onde a proporção considerada uniforme é 1:5:3 para fina, média e grossa, segundo Zanotto e Bellaver (1996).

Através da distribuição granulométrica nota-se que 95% das partículas de FES encontram-se abaixo de 841 µm enquanto FEC abaixo de 1190 µm, sendo a segunda mais grossa e com maior uniformidade para as peneiras utilizadas, devido principalmente à presença da casca.

O Módulo de Finura (MF) é um parâmetro muito utilizado nas indústrias de construção civil, onde, para Matoski e Iwakiri (2007), um mesmo MF pode representar diferentes distribuições de tamanho de partículas, porém é útil para detectar variações e dar indicativos de comportamento da mistura. Na área de alimentos pode ser útil para envase de farinha, transporte em tubulações, formulação de misturas em pó, dentre outros usos.

Na extrusão termoplástica, por se tratar de um processo que apresenta alta temperatura e pressão durante o cisalhamento, pode-se utilizar farinhas “médias”, podendo ser vantajoso quanto a expansão, uma vez que Mikalouski et al. (2014) mostraram que os grits de milho (MF \cong 3,31) gerou extrusados com maior índice de expansão que o fubá mimoso fino (MF \cong 0,37).

3.1.2. Características do processo

3.1.2.1. Torque e energia mecânica específica (EME)

Uma maior energia mecânica favorece a gelatinização do amido e formação de bolhas, havendo, portanto, uma relação direta entre a EME e propriedades como densidade aparente e dureza (ONWULATA et al., 2001 apud OLIVEIRA et al., 2017; RYU e NG, 2001). A Tabela 2 mostra os resultados de torque e EME, calculados para os processos de transformação das farinhas de cará-de-espinho.

Tabela 2. Parâmetros das farinhas de cará-de-espinho sem (FES) e com casca (FEC) durante o processamento via extrusão termoplástica¹

Propriedades	Farinhas ²		DMS
	FES	FEC	
Torque (%)	38,00 \pm 1,00	66,00 \pm 4,00*	4,11
EME (kJ.kg ⁻¹)	77,00 \pm 1,00	127,00 \pm 11,00*	30,12

¹Os resultados analíticos correspondem à média de no mínimo seis determinações \pm desvio-padrão.

²(*) = existe diferença mínima significativa (DMS) entre as amostras, para P < 0,05.

Os valores de EME encontrados mostraram, que a presença de cascas do tubérculo na farinha tende a gerar maior quantidade de energia mecânica no processo, auxiliando no cisalhamento e gelatinização do amido. Essa influência da casca também poderá ser observada a partir das propriedades tecnológicas do produto extrusado mostradas a seguir.

4. Caracterização dos produtos extrusados

Os extrusados obtidos podem ser observados nas Figuras 4 e 5, a segunda mostra suas secções transversais (Figura 5, Scan), as imagens “8-bit Threshold” utilizadas para determinação de porosidade e por fim as imagens capturadas em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) em três ampliações (Figura 5 A a F).

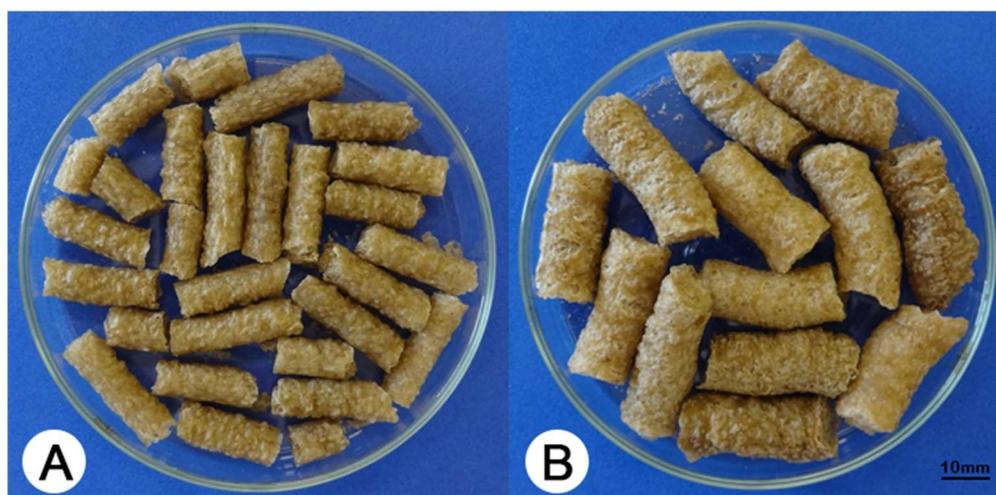


Figura 4. Produtos extrusados obtidos a partir das farinhas sem (ESC) (A) e com casca (ECC) (B) de cará-de-espinho

Fonte: Própria autoria

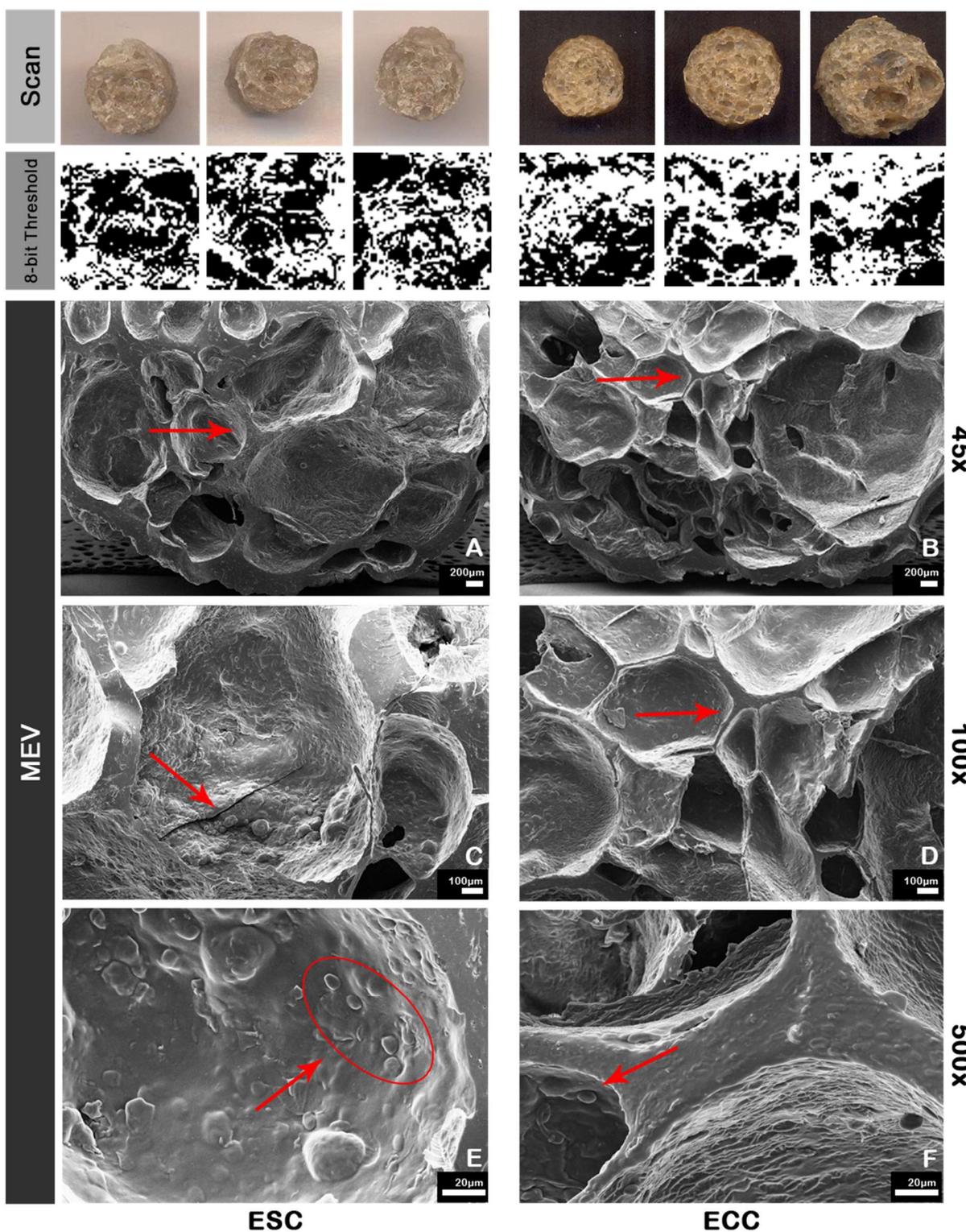


Figura 5. Imagens de secção transversal (Scan), área de porosidade (8 bit Threshold) e capturas em MEV nas ampliações 45x, 100x e 500x de extrudados produzidos a partir das farinhas sem (ESC) e com casca (ECC) do cará-de-espinho

Fonte: Própria autoria

Comparando-se as Figuras 6A e 6B pode-se notar a diferença nas espessuras das paredes do extrusado. Tem-se como hipótese que a diferença nas matrizes alimentares fez com que ECC apresentasse uma estrutura mais descontínua, apresentando um menor tamanho de parede.

As características estruturais capturadas em MEV, como espessura de parede e tamanho de células, estão relacionadas a parâmetros de qualidade do extrusado, tendo como exemplo o apontado por Jin, Hsieh e Huff (1995) que uma maior espessura e menores poros aumentam a dureza do produto (caracterizada a seguir).

A depender dos parâmetros de processo e estrutura da matéria-prima sua gelatinização pode ocorrer de forma parcial, como indicado nas Figuras 5E e F, onde observa-se amidos crus aderidos ou na superfície dos extrusados.

A Tabela 3 mostra as caracterizações de cor e da secção transversal dos extrusados.

Tabela 3. Resultados de propriedades tecnológicas e caracterização dos extrusados ESC e ECC obtidos a partir das farinhas de cará-de-espinho sem e com casca, respectivamente¹

Propriedades	Extrusados ²		DMS
	ESC	ECC	
<i>Cor instrumental</i>			
L*	39,73 ± 1,71 ^{ns}	37,63 ± 2,78 ^{ns}	3,42
a*	4,50 ± 0,24	4,95 ± 0,28*	0,37
b*	17,87 ± 0,33*	16,08 ± 0,98	1,15
<i>Morfologia seção transversal</i>			
Diâmetro (mm)	12,32 ± 0,21 ^{ns}	13,26 ± 2,13 ^{ns}	1,91
Perímetro (mm)	42,37 ± 0,7 ^{ns}	43,05 ± 2,68 ^{ns}	2,44
Área (mm ²)	125,65 ± 5,91 ^{ns}	134,70 ± 15,64 ^{ns}	14,58
Circularidade	0,88 ± 0,04	0,91 ± 0,01*	0,03
Porosidade (%)	70,46 ± 8,76*	54,84 ± 5,19	7,73

¹Os resultados analíticos correspondem à média de no mínimo seis determinações ± desvio-padrão.

²(*) = existe diferença mínima significativa (DMS) entre as amostras, para P < 0,05; ns = não significativo.

Uma das principais características observadas nas análises de caracterização dos extrusados foi uma maior variabilidade de cor e morfologia (Tab. 3) presente nos extrusados com casca (ECC), que apresentou resultados com maiores desvios padrão e quando comprado estatisticamente com o extrusado sem casca (ESC), o valor colorimétrico L^* (branco), de diâmetro, perímetro e área da secção transversal não apresentaram diferenças significativas.

A diferença significativa apresentada nos valores de a^* (vermelho) e b^* (amarelo) estão relacionados à presença de casca e alterações químicas que podem ocorrer durante o processo, como o apontado por Altan et al. (2008), que a extrusão termoplástica pode resultar em diferentes graus de reações que alteram a cor, como a caramelização, a Reação de Maillard e degradação de pigmentos.

O extrusado com casca (ECC) apresentou maior circularidade, indicando uma maior formação de bolhas de ar durante a expansão, que pode ter sido favorecida devido a maior energia mecânica gerada pela presença das fibras durante a residência do material no tambor do equipamento.

A porosidade em extrusados considera a relação entre áreas de poros e parede dos extrusados, dessa forma, como ECC apresenta mais poros (de tamanho médio inferior aos de ESC, como mostrado na Figura 6) com menor espessuras de paredes (Figura 5D), sua porosidade é menor. Além disso, a Figura 6 mostra que a presença de fibras gerou um extrusado com tamanhos de poros mais uniformes.

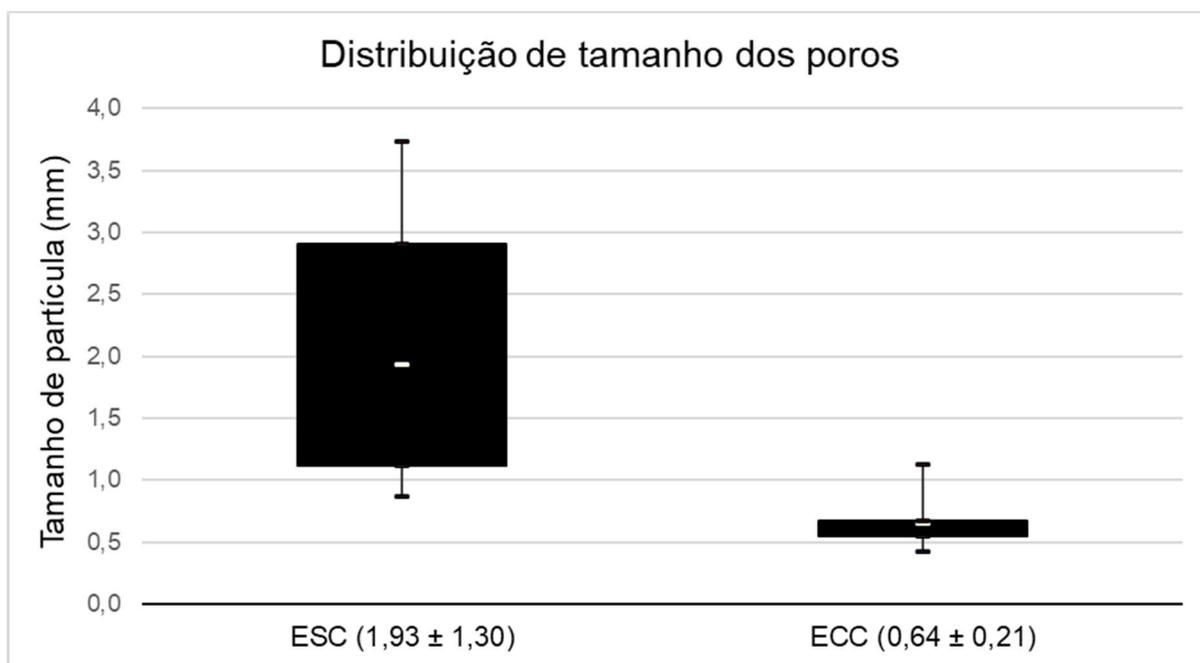


Figura 6. Distribuição de tamanho dos poros em milímetros dos produtos extrusados sem (ESC) e com casca (ECC) (média \pm desvio padrão)

Fonte: Própria autoria

Parâmetros como índice de expansão (IE), densidade aparente (DA) e dureza são importantes para caracterização do extrusados de base amido, sendo que os resultados desses parâmetros para os extrusados obtidos da farinha de cará-de-espinho sem (ESC) e com casca (ECC) podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4. Propriedades de caracterização dos extrusados ESC e ECC obtidos a partir das farinhas de cará-de-espinho sem e com casca, respectivamente¹

Propriedades, unidade	Extrusados ¹		DMS
	ESC	ECC	
Índice de expansão (IE)	5,04 \pm 0,37	11,58 \pm 3,53*	0,26
Densidade aparente (DA), g.cm ⁻³	2,34 \pm 0,48 ^{ns}	1,62 \pm 0,12 ^{ns}	0,80
Dureza (D), N	171,83 \pm 45,78*	54,75 \pm 8,12	30,89

¹Resultados correspondem à média ($n > 3$) \pm desvio-padrão. (*) = existe diferença mínima significativa (DMS) entre as amostras, para $p < 0,05$; ns = não significativo

A expansão é um parâmetro de qualidade que pode ser associado à dureza, absorção e solubilidade em água, e sensorialmente à crocância do produto extrusado (VICKERS, 1988 apud SEBIO e CHANG, 2000).

O IE é um importante parâmetro a ser considerado para se alcançar os atributos sensoriais esperados em *snacks* (salgadinhos) e cereais matinais, como também adequação à embalagem desses alimentos, indo de acordo com o sugerido por Gujska e Khan (1991 apud SEBIO e CHANG, 2000) a expansão influencia na suavidade (textura), afeta a densidade aparente e fragilidade (preenchimento e transporte de embalagens).

Para as farinhas de cará-de-espinho, os extrusados apresentaram maior IE e menor dureza com a presença das cascas do tubérculo (ECC), indicando que nas condições e equipamento utilizados, uma maior presença de fibras insolúveis auxilia no cisalhamento e modificação estrutural da massa dentro do equipamento. Além disso, com o adicional de fibras seria possível alcançar propriedades semelhantes ao produto com menos fibras (ESC), em condições menos agressivas, sendo necessário um menor uso energético, como pode ser constatado na Tabela 2.

Os resultados apresentados nos trabalhos de Reddy et al. (2014) e Yadav (2021) podem ser associados aos encontrados neste, por mostrarem que a adição de farinha de cará ("*Dioscorea spp.*" e *Dioscorea alata* L., respectivamente) às formulações de ingredientes que possuem maior quantidade de fibras, diminui o IE e aumenta a DA.

Por outro lado, a depender dos parâmetros de produção e de outros macronutrientes da matéria-prima a ser extrusada, a capacidade de expansão pode ser alterada, utilizando-se farinha ou amido do mesmo tubérculo como demonstrado por Alves e Grossmann (2002), que compararam a farinha de cará (*D. alata* L.) com o amido do mesmo tubérculo, mostrando que a primeira gerou um extrusado com menor volume específico (menor DA).

As fibras também podem realizar o efeito de ruptura das células de gás, resultando em uma estrutura compacta e dura, que é indesejável em extrudados (LUE et al., 1991 apud HASHIMOTO E GROSSMANN, 2003).

Apesar de apresentarem diferenças significativas no IE, não houve diferença na DA entre os extrusados (Tabela 4), uma vez que, o aumento no IE tende a gerar produtos de menor massa, ou seja, a proporção massa/volume se manteve.

A dureza de um produto extrusado afeta diretamente sua aceitabilidade comercial (BOURNE, 1978 apud ALVES e GROSSMANN, 2002). Para farinha de cará (*D. alata* L.), Chiu et al. (2013) apresenta que suas fibras solúveis podem conferir integridade estrutural ao extrusado devido a suas interações com proteínas, o que resulta em uma maior dureza.

5. Microscopia óptica (MO) e eletrônica de varredura (MEV) das farinhas pré-gelatinizadas

A Figura 7 mostra as farinhas pré-gelatinizadas e suas características microscópicas, sendo que a partir da MO pode-se observar os pedaços gelatinizados que formam essas farinhas, pela luz polarizada a presença de amido cru (cruz de malta) presos às estruturas e partículas fibrosas que se refletem em cores avermelhadas.

Pela MEV nota-se a presença de amidos crus, principalmente em PGS, confirmando que o processamento pode ser considerado brando para essas matérias-primas. Além disso, farinhas pré-gelatinizadas (ou parcialmente gelatinizadas) podem preservar características desejáveis como nas interações com água (serão detalhadas a seguir em 3.4).

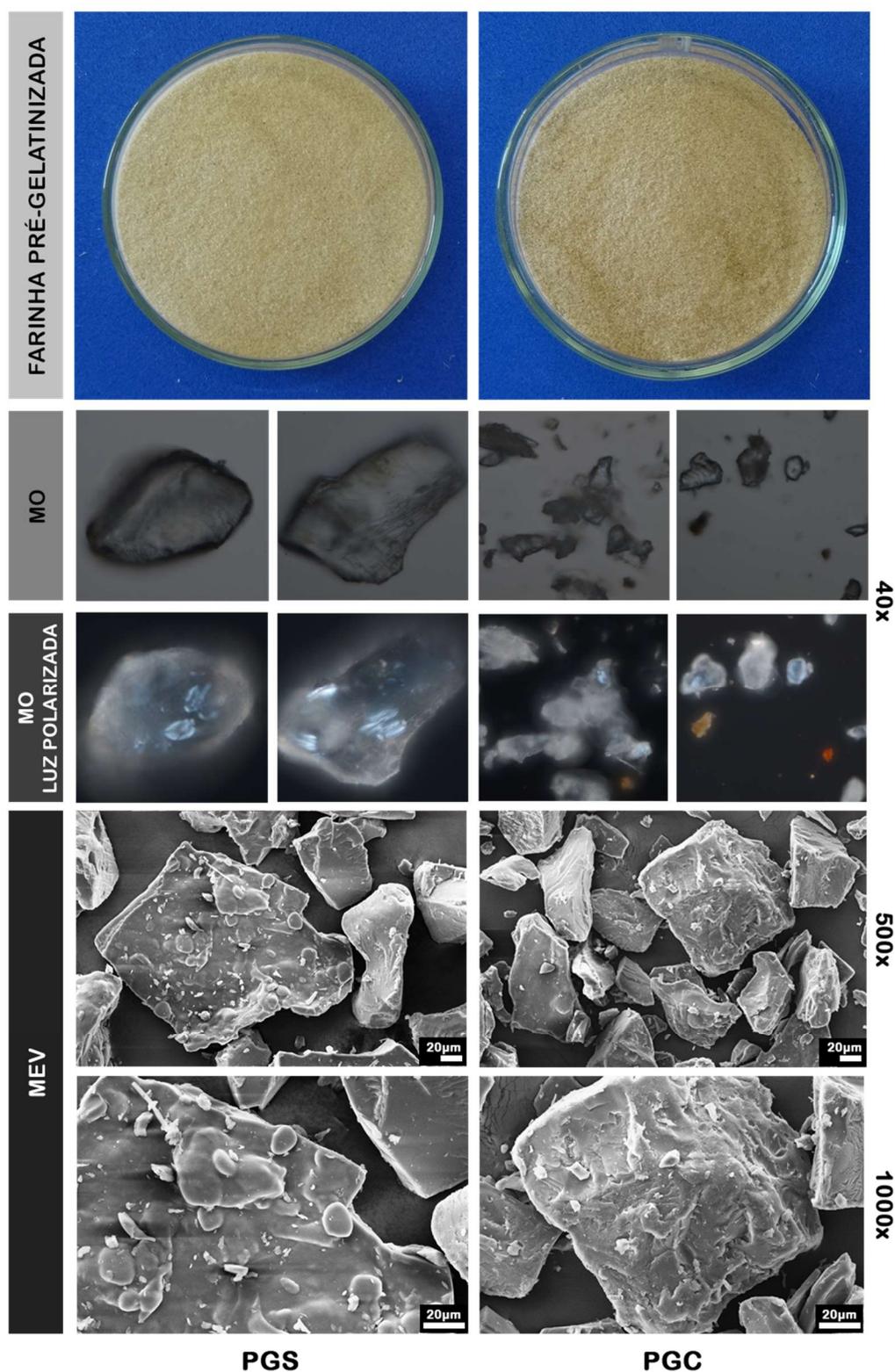


Figura 7. Imagens das farinhas pré-gelatinizadas de cará-de-espinho sem (PGS) e com casca (PGC), imagens em microscópio óptico (MO) de ampliação 45x com versão de luz polarizada (MO luz polarizada) e de microscopia eletrônica de varredura (MEV) de ampliações 500 e 1000x.

Fonte: Própria autoria

6. Avaliação tecnológica e instrumental das farinhas cruas e pré-gelatinizadas

As propriedades das farinhas em água e óleo são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Índices de absorção de água (IAA), solubilidade em água (ISA), capacidade de absorção de óleo (CAO) e emulsificante (CE), estabilidade de emulsão (EE), capacidade de formação de espuma para as farinhas de cará-de-espinho cruas e pré-gelatinizadas por extrusão¹

Índices e propriedades	Farinhas ²			
	FES	FEC	PGS	PGC
<i>Cor instrumental</i>				
L*	88,88 ± 0,42 ^a	84,82 ± 0,16 ^b	75,55 ± 0,13 ^c	67,52 ± 0,38 ^d
a*	0,96 ± 0,04 ^d	1,83 ± 0,07 ^c	2,24 ± 0,02 ^b	4,24 ± 0,01 ^a
b*	9,66 ± 0,24 ^d	11,42 ± 0,08 ^c	16,58 ± 0,09 ^b	20,33 ± 0,13 ^a
IAA	2,21 ± 0,04 ^b	2,28 ± 0,03 ^b	2,96 ± 0,02 ^a	1,55 ± 0,12 ^c
ISA	11,06 ± 0,53 ^c	5,71 ± 0,09 ^d	54,73 ± 0,82 ^a	28,55 ± 0,65 ^b
CAO (g/g)	0,79 ± 0,01 ^b	1,81 ± 0,07 ^a	0,75 ± 0,03 ^b	1,81 ± 0,10 ^a
CE (%)	56,14 ± 4,02 ^a	44,00 ± 0,00 ^b	38,54 ± 1,80 ^c	28,07 ± 3,04 ^d
CFE (%)	84,00 ± 9,00 [*]	13,00 ± 3,00	< 1	< 1

¹Resultados correspondem à média (n > 3) ± desvio-padrão. Letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p ≤ 0,05). ²Farinhas de cará-de-espinho cruas sem (FES) e com casca (FEC) e suas respectivas farinhas pré-gelatinizadas (PGS e PGC). (*) = existe diferença mínima significativa (DMS = 3,24) entre as amostras, para P < 0,05.

A cor instrumental mostrou a variação de cor a partir da presença da casca e das alterações sofridas pelo processamento, de forma que com casca e estando pré-gelatinizadas as farinhas ficam mais escuras (diminuição de branco, valor L*) e mais coloridas, ou seja, maior tonalidade vermelha (valor a*) e amarela (valor b*).

Não houve diferença significativa entre os valores de IAA encontrados para as farinhas cruas, porém o processo de cozimento e transformação via extrusão termoplástica aumentou o IAA para a PGS e diminuiu para PGC.

A presença de fibras, auxilia o cisalhamento gerando uma gelatinização do amido e destruição da porção mucilaginosa, podendo ser explicado por Pelembe, Erasmo e Taylor (2002) e Ding et al. (2005) (apud Yadav et al., 2021), onde, em condições mais agressivas de processamento o IAA diminui. Esse efeito pode ser observado na transformação da FEC para PGC.

Grossman, El-Dash e Carvalho (1988) mostraram que sob condições mais brandas de extrusão, a destruição da estrutura organizada do amido é apenas parcial, caracterizando um aumento no IAA e ISA. Esse efeito é observado para PGS, porém neste trabalho o IAA das farinhas pré-gelatinizadas foi baixo.

O aumento nos valores de ISA após o processo de extrusão termoplástica relaciona-se ao grau de gelatinização, despolimerização e desintegração dos grânulos de amido, resultando no aumento do material solúvel (SEBIO e CHANG, 2000), o que pôde ser observado para ambas as amostras (PGS e PGC).

Algumas das funções do óleo nos alimentos é conferir textura macia e sabor, fazendo da CAO importante para retenção do sabor e melhorar sensação do produto na boca (AMANDIKWA et al., 2015). Segundo Nina et al. (2017), a CAO está ligada à quantidade e tipo de proteínas presentes nas farinhas e é necessária para formulações como extensores de carne, massas fritas e sopas.

O processamento via extrusão termoplástica não alterou significativamente a CAO das farinhas. Os valores encontrados para as farinhas cruas foram inferiores aos de outras espécies como *D. rotundata*, *D. alata* e *D. bulbifera* (AMANDIKWA et al., 2015). Para o amido de cará-de-espinho Silva et al. (2019) encontrou valor próximo ao de FES de $62,23 \pm 0,30 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para CAO, sendo inferior ao encontrado neste estudo.

Outra interação possível que as farinhas de cará podem realizar é como emulsificante, sendo os carás e taros são conhecidos por possuírem uma mucilagem, que segundo Andrade (2013) possui propriedades reológicas únicas que podem ser utilizadas como estabilizante, espessante e emulsificante.

Pode-se observar que o processo de extrusão diminuiu a capacidade emulsificante (CE) das farinhas, possivelmente pela modificação dos polissacarídeos não amiláceos que lhes conferem essa propriedade. O valor de CE encontrado para

FEC foi próximo aos de Amandikwa et al. (2015), que variam de 43,95 a 49,37% para diferentes espécies de cará. Os resultados mostram que para o cará-de-espinho, há uma menor CE quando se utiliza a casca para produção da farinha.

A capacidade de formação de espuma (CFE) se relaciona a capacidade do alimento em aumentar o volume de um produto e a estabilidade de espuma (Figura 8) será o quanto essa espuma mantém a interface ar-água estável em determinado período (NINA et al. 2017).

O valor de CFE de FES foram superiores aos encontrados para *D. alata*, por Nina et al. (2017), na qual afirmam que farinhas com elevada CFE estáveis e consistentes podem ser usadas para melhorar a consistência, textura e aparência dos alimentos, sendo indicadas para uso em formulação de sobremesas, pães e bolos. A presença de casca reduziu em 70% CFE, devido a interrupção que as fibras ocasionam na estrutura capaz de aprisionar o ar.



Figura 8. Estabilidade de espuma das farinhas cruas de cará-de-espinho sem (FES) e com casca (FEC)

Fonte: Própria autoria

Uma das formas de se determinar o comportamento das farinhas dos tubérculos quanto às propriedades de pasta, é através do *Rapid Visco Analyser* (RVA), os resultados para as farinhas cruas estão apresentados na Tabela 6, bem como firmeza dos respectivos géis formados após análise.

Para as farinhas pré-gelatinizadas utilizou-se o mesmo equipamento, porém na configuração “extrusion”, onde são observados diferentes parâmetros, mais adequados para farinhas que passaram por processos térmicos (Tabela 7).

Tabela 6. Características viscoelásticas e força de gel das farinhas cruas de cará-de-espinho sem (FES) e com casca (FEC)

Parâmetros	Farinhas cruas ²		DSM
	FES	FEC	
Viscosidade de pico (cP)	5.219,83 ± 84,14 ^{ns}	5.407,22 ± 115,90 ^{ns}	186,99
Viscosidade de quebra (cP)	415,67 ± 11,06	1.377,33 ± 29,33*	35,54
<i>Setback</i> (cP)	2.132,67 ± 79,12	2.382,67 ± 13,43*	128,64
Viscosidade final (cP)	6.925,00 ± 0,00*	6.447,00 ± 29,44	47,20
Temperatura de pasta (°C)	87,07 ± 0,62 ^{ns}	86,72 ± 1,35 ^{ns}	2,56
Tempo de pico (min.)	5,40 ± 0,12 ^{ns}	5,25 ± 0,04 ^{ns}	0,20
Firmeza do gel (N)	10,51 ± 0,05*	8,48 ± 0,04	0,18

¹Resultados correspondem à média (n > 3) ± desvio-padrão. ²Farinhas de cará-de-espinho cruas sem (FES) e com casca (FEC) e suas respectivas farinhas pré-gelatinizadas (PGS e PGC); (*) = existe diferença mínima significativa (DMS) entre as amostras, para P < 0,05; ns = não significativo.

As diferenças significativas entre as farinhas cruas estão relacionadas à presença de casca, ou seja, a diferença na quantidade de fibras insolúveis gera maiores valores de quebra e *setback* durante o abaixamento da temperatura. De forma semelhante, uma maior viscosidade final e firmeza do gel de FES se dá devido a uma maior disponibilidade de amido para formar a estrutura.

Falade e Onyeoziri (2012) observaram temperaturas de pastas menores (83,3 a 85,8 °C) e tempo de pico maiores (5,73 a 6,33) para carás (*D. rotundata*) secos

com diferentes tecnologias. Isso foi observado em estudo com a mesma espécie por Ufondu et al. (2022). Wahab et al. (2015) e Effah-Manu et al. (2022) encontraram valores próximos de temperatura de pasta para os carás *D. alata* e *D. dumetorum* respectivamente.

Tabela 7. Características viscoelásticas e força de gel das farinhas pré-gelatinizadas de cará-de-espinho sem (PGS) e com casca (PGC)

Parâmetros	Farinhas pré-gelatinizadas ²		DMS
	PGS	PGC	
Pico frio (cP)	568,33 ± 4,93*	236,67 ± 8,08	15,18
Pico massa crua (cP)	496,33 ± 19,86*	154,33 ± 9,45	35,25
Pico de espera (cP)	121,33 ± 8,08*	90,67 ± 2,52	13,57
Viscosidade de quebra (cP)	375,00 ± 14,73*	87,00 ± 4,58	24,73
Viscosidade final (cP)	587,33 ± 38,03 ^{ns}	518,33 ± 31,07 ^{ns}	78,72
Setback (cP)	466,00 ± 36,59 ^{ns}	441,00 ± 21,00 ^{ns}	67,63
Tempo de pico (min.)	2,31 ± 0,20 ^{ns}	2,11 ± 0,08 ^{ns}	0,35

¹Resultados correspondem à média (n > 3) ± desvio-padrão. ²Farinhas de cará-de-espinho pré-gelatinizadas sem (PGS) e com casca (PGC). (*) = existe diferença mínima significativa (DMS) entre as amostras, para P < 0,05. ns = não significativo.

Pode-se dizer que para as farinhas pré-gelatinizadas a curva é deslocada para baixo (menores valores) com a presença da casca (PGC), porém mantém-se a viscosidade final e tempo de pico, que não apresentaram diferença mínima significativa.

Alves, Grossmann e Silva (1999) observaram que o amido de cará *D. alata* extrusado em baixa temperatura e alta umidade diminuiu a tendência de retrogradação, com formação de gel com alta capacidade de espessamento a frio, podendo ser utilizado em formulações de cremes instantâneos e pudins.

A Tabela 8 mostra as propriedades térmicas das farinhas cruas do cará-de-espinho, sendo que para as farinhas pré-gelatinizadas (PGS e PGC) não se observou pico de gelatinização pelo DSC (*Differential Scanning Calorimetry*).

Tabela 8. Propriedades térmicas via *Differential Scanning Calorimetry* para as farinhas cruas de cará-de-espinho sem (FES) e com casca (FEC)

Parâmetros ¹	Farinhas cruas	
	FES	FEC
To (°C)	73,23	74,38
Tp (°C)	83,71	81,14
Tc (°C)	89,75	90,12
Tc - To (°C)	16,52	15,74
ΔH (J.g ⁻¹)	10,02	12,01

¹To = temperatura inicial (*onset*); Tp = temperatura de pico; Tc = temperatura final (*conclusion*); ΔH = variação de entalpia

Observa-se que a presença da casca do cará-de-espinho gerou a necessidade de maior energia térmica para gelatinização e uma menor temperatura de pico.

A temperatura de pico de gelatinização de Mustapha et al. (2019) foi semelhante a FEC para a variedade *D. alata purpurea*. Para farinha de cará chinês (*D. opposita* Thunb.) Guan et al. (2019) encontrou valor de Tp superior aos do cará-de-espinho (FES e FEC).

7. Considerações finais

As farinhas de cará-de-espinho possuem propriedades que podem ser interessantes para a indústria de alimentos, com destaque às propriedades emulsificante, de formação de espuma, de pasta e térmica, podendo ser indicadas para uso em formulações de bolos, pães sem glúten, sopas instantâneas e bebidas.

Através do processo de extrusão termoplástica observa-se a não gelatinização total do amido das farinhas, podendo ser uma característica de benefício nutricional (produtos de menor índice glicêmico), além disso, a presença da casca do cará é benéfica quando se espera extrusados com maior expansão e melhor

crocância, porém o tamanho das fibras pode gerar produtos menos uniformes quanto ao formato e cor.

As farinhas pré-gelatinizadas podem ser utilizadas em produtos em que são buscadas propriedades instantâneas, mantendo-se por exemplo a capacidade de absorção de óleo, além disso, elas podem apresentar um menor índice glicêmico por, mesmo após processamento em altas temperaturas, apresentar amidos crus.

Devido ao seu tamanho e possibilidade de desperdícios quando não consumido imediatamente, o cará-de-espinho é um tubérculo indicado para o processamento, sendo através de processos simples como a secagem, como também pela extrusão termoplástica, sendo que seu uso em *snacks* ou cereais matinais e outros produtos extrusados, ainda é pouco explorado.

8. Agradecimentos

As autorias agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil, pela bolsa concedida a M. T. P. S. Clerici (Processo 312786/2020-4) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - código financeiro 001, Brasil, pela bolsa de G. C. Nascimento (processo 88887.605707/2021-00). Também agradecem, Faepex - 2679/21 e Fundação Cargill, processo 5610 – Tubérculos. Em especial o Prof. Domingos Barros pelo cultivo e fornecimento da matéria-prima para esse trabalho.

Referências

- AACCI. Approved Methods of Analysis-American Association of Cereal Chemists. St. Paul, 2010.
- ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PEPLINSKI, A. J.. Gelatinization of Corn Grits by Roll Cooking, Extrusion Cooking and Steaming. *Starch - Stärke*, [S.L.], v. 22, n. 4, p. 130-135, 1970. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/star.19700220408>.
- ANDRADE, L. A. Caracterização da mucilagem do taro (*Colocasia esculenta*) quanto ao poder emulsificante. 2013. 84 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- AMANDIKWA, C.; IWE, M. O.; UZOMAH, A.; OLAWUNI, A. I. Physico-chemical properties of wheat-yam flour composite bread, *Nigerian Food Journal*, Volume 33, Issue 1, 2015, Pages 12-17, ISSN 0189-7241, <https://doi.org/10.1016/j.nifoj.2015.04.011>.
- ALTAN, A.; MCCARTHY, K. L.; MASKAN, M. Twin-screw extrusion of barley–grape pomace blends: Extrudate characteristics and determination of optimum processing conditions. **Journal of food engineering**, v. 89, n. 1, p. 24–32, 2008.
- ALVES, R. M. L.; GROSSMANN, M. V. E.; SILVA, R. S. S. F. Gelling properties of extruded yam (*Dioscorea alata*) starch. **Food chemistry**, v. 67, n. 2, p. 123–127, 1999.
- ALVES, R. M. L.; e GROSSMANN, M. V. E. Parâmetros de extrusão para produção de "snacks" de farinha de cará (*Dioscorea alata*). *Food Science and Technology*, 22(Food Sci. Technol, 2002 22(1)). <https://doi.org/10.1590/S0101-20612002000100006>
- BHUWAN PANDIT R , TANG J , LIU F E MIKHAYLENKO G , Um método de visão computacional para localizar pontos frios em alimentos em processos de esterilização por micro-ondas . *Padrão Recognit* 40 : 3667 – 3676 (2007).
- BRAHMA HAZARIKA, E.; BORAH, A.; LATA MAHANTA, C. Optimisation of extrusion cooking conditions and characterization of rice (*Oryza sativa*)—Sweet potato (*Ipomoea batatas*) and rice-yam (*Dioscorea alata*) based RTE products. **Agricultural sciences**, v. 04, n. 09, p. 12–22, 2013
- CHIU, HW., PENG, JC., TSAI, SJ Process Optimization by Response Surface Methodology and Characteristics Investigation of Corn Extrudate Fortified with Yam (*Dioscorea alata* L.). *Food Bioprocess Technol* 6, 1494–1504 (2013). <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0894-6>
- EFFAH-MANU, L.; WIREKO-MANU, F. D.; AGBENORHEVI, J. K.; MAZIYA-DIXON, B.; E ODURO, I. Chemical, functional and pasting properties of starches and flours from new yam compared to local varieties, *CyTA - Journal of Food*, 20:1, 120-127, (2022). DOI: 10.1080/19476337.2022.2093401
- FALADE, K.O., ONYEOZIRI, N.F. Effects of Cultivar and Drying Method on Color, Pasting and Sensory Attributes of Instant Yam (*Dioscorea rotundata*) Flours. *Food Bioprocess Technol* 5, 879–887 (2012). <https://doi.org/10.1007/s11947-010-0383-8>
- FAUBION, J. M.; e HOSENEY, R. C. Cozimento de extrusão de curto prazo em alta temperatura de amido e farinha de trigo. I. Efeito da umidade e do tipo de farinha nas propriedades do extrudado. *Cereal Chemistry*, 59, pp. 529-533, (1982).
- FELISBERTO, Mária Herminia Ferrari; BERALDO, Antonio Ludovico; COSTA, Mariana Souza; BOAS, Flávia Villas; FRANCO, Célia Maria Landi; CLERICI, Maria Teresa Pedrosa Silva. Characterization of young bamboo culm starch from *Dendrocalamus asper*. *Food Research International*, [S.L.], v. 124, p. 222-229, out. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.074>.

- GUAN, Q.; LI, H.; QI, Y.; ZHANG, W.; LIU, L.; QIU, B.; LIU, W.; JIA, M. Tongcheng Xu & Aizhen Zong (2019) Changes in physicochemical properties and digestive characteristics of yam (*Dioscorea opposita* Thunb.) powder under different processing conditions using principal component analysis, *Drying Technology*, 37:12, 1551-1562, DOI: 10.1080/07373937.2018.1518915
- HARPER, J. M. Food Extrusion. Em: Food Properties and Computer-Aided Engineering of Food Processing Systems. Dordrecht: Springer Netherlands, 1989. p. 271–297.
- HASHIMOTO, J. M.; GROSSMANN, M. V. E. Effects of extrusion conditions on quality of cassava bran/cassava starch extrudates. *International journal of food science & technology*, v. 38, n. 5, p. 511–517, 2003.
- JIN, Z.; HSIEH, F.; HUFF, H. E. Effects of soy fiber, salt, sugar and screw speed on physical properties and microstructure of corn meal extrudate. **Journal of cereal science**, v. 22, n. 2, p. 185–194, 1995.
- LIN, M. J. Y.; HUMBERT, E. S.; SOSULSKI, F. W. Certain functional properties of sunflower meal products. *Journal of food science*, v. 39, n. 2, p. 368–370, 1974
- MATOSKI, A.; IWAKIRI, S. AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE PAINÉIS DE CIMENTO-MADEIRA UTILIZANDO FARINHA DE MADEIRA COM GRANULOMETRIA CONTROLADA. *Floresta*, v. 37, n. 2, 2007.
- MIKALOUSKI, F. B. DA S., MONTEIRO, A. R. G., MARQUES, D. R., MONTEIRO, C. C. F., & BENOSSI, L. (2014). Influência da granulometria da matéria-prima na expansão de extrusados de milho. *Brazilian Journal of Food Technology*, 17(Braz. J. Food Technol., 2014 17(1)). <https://doi.org/10.1590/bjft.2014.005>
- MUSTAPHA, N.A., ROSLEN, S.N.H., ABD GAFAR, F.S. et al. Characterization of heat-moisture treated *Dioscorea alata* purpurea flour: impact of moisture level. *Food Measure* 13, 1636–1644 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00080-0>
- NABESHIMA, E. H.; NASCIMENTO, G. C.; TAGLIAPIETRA, B. L.; NEVES, E. A.; FERRARI, M. C.; MORO, T. M. A.; MELO, B. G.; BRANDÃO, N. A.; SCARTON, M.; CAMPELO, P. H.; CLERICI, M. T. P. S. Tecnologia de Tubérculos, In: *Bioquímica e Tecnologia de Alimentos de Origem Vegetal*. Vol. 1. Org: DALA-PAULA, B. M.; CLERICI, M. T. P. S. Universidade Federal de Alfenas, 2022. ISBN: 978-65-86489-62-0.
- NINA, K. C. J., GHISLAINE, D. C., HUBERT, K. K., PATRICE, A. Y. D., PATRICE, K. L., & ALPHONSE, K. Biochemical and Functional Properties of Yam Flour during the Post-harvest Conservation of *Dioscorea alata* Cultivar « Azaguié ». *Current Journal of Applied Science and Technology*, 21(6), 1–10. (2017). <https://doi.org/10.9734/CJAST/2017/32404>
- LEONEL, M.; FREITAS, T. S. DE; MISCHAN, M. M. Physical characteristics of extruded cassava starch. **Scientia agricola**, v. 66, n. 4, p. 486–493, 2009.
- OLIVEIRA, L. C., LIMA, D. C. N.; BAILONI, M. A.; RISSO, E. M.; SCHMIELE, M.; STEEL, C. J. Physical characteristics, nutritional quality, and antioxidant potential of extrudates produced with polished rice and whole red bean flours. **Cereal chemistry**, v. 94, n. 1, p. 74–81, 2017.
- ORTOLAN, F. Genótipos de trigo do Paraná – Safra 2004: caracterização e fatores relacionados à alteração de cor de farinha. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- PACHECO-DELAHAYE, E.; TECHEIRA, N.; e GARCIA, A. D. ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE POLVOS PARA BEBIDAS INSTANTÁNEAS A BASE DE HARINA EXTRUDIDA DE ÑAME (*Dioscorea alata*). *Rev. chil. nutr.* [online], vol.35, n.4, pp.452-459, 2008.

- PANSAWAT, N. et al. Effects of extrusion conditions on secondary extrusion variables and physical properties of fish, rice-based snacks. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* [Food science and technology], v. 41, n. 4, p. 632–641, 2008.
- PELEMBE, L. A. M.; ERASMUS, C.; TAYLOR, J. R. N. Development of a protein-rich composite sorghum–Cowpea instant porridge by extrusion cooking process. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* [Food science and technology], v. 35, n. 2, p. 120–127, 2002.
- REDDY, M.K., KUNA, A., DEVI, N.L.; KRISHNAIAH, N.; KAUR, C.; E NAGAMALLESWARI, Y. Development of extruded Ready-To-Eat (RTE) snacks using corn, black gram, roots and tuber flour blends. *J Food Sci Technol* 51, 1929–1937 (2014). <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1251-0>
- SCHNEIDER, C. A.; RASBAND, W. S.; ELICEIRI, K. W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods*, v. 9, n. 7, p. 671–675, 28 Jun 2012. Disponível em: < <https://doi.org/10.1038/nmeth.2089> >.
- SEBIO, L. e CHANG, Y.K. (2000), Effects of selected process parameters in extrusion of yam flour (*Dioscorea rotundata*) on physicochemical properties of the extrudates. *Nahrung*, 44: 96-101. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1521-3803\(20000301\)44:2<96::AID-FOOD96>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1521-3803(20000301)44:2<96::AID-FOOD96>3.0.CO;2-9)
- SETH, D., BADWAIK, LS e GANAPATHY, V. Efeito da composição da ração, teor de umidade e temperatura de extrusão nas características do extrusado de salgadinhos à base de inhame-milho-arroz. *J Food Sci Technol* 52 , 1830–1838 (2015). <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1181-x>
- SILVA, L. S. C., MARTIM, S. R. ; SOUZA, R. A. T.; MACHADO, A. R. G. ; TEIXEIRA, L. S.; SOUSA, L. B.; VASCONCELLOS, M. C.; e TEIXEIRA, M. F. S. Extração e caracterização de amido de espécies de *Dioscorea* cultivadas na Amazônia. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais* 14(3): 439-452, 2019.
- TÉLLEZ-MORALES, J. A.; HERNÁNDEZ-SANTOS, B.; JUÁREZ-BARRIENTOS, J. M.; LERDO-REYES, A. A.; RODRÍGUEZ-MIRANDA, J. The use of tubers in the development of extruded snacks: A review. **Journal of food processing and preservation**, v. 46, n. 7, 2022.
- UFONDU, H.E., MAZIYA-DIXON, B., OKOYEZU, C.F. OKONKWO, T. M.; E OKPALA, C. O. R. Effects of yam varieties on flour physicochemical characteristics and resultant instant fufu pasting and sensory attributes. *Sci Rep* 12, 20276 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22052-z>
- WAHAB BA, ADEBOWALE AR, SANNI SA, SOBUKOLA OP, OBADINA AO, KAJIHAUSA OE, ADEGUNWA MO, SANNI LO, TOMLINS K. Effect of species, pretreatments, and drying methods on the functional and pasting properties of high-quality yam flour. *Food Sci Nutr*. 2015 Jul 20;4(1):50-8. doi: 10.1002/fsn3.260. PMID: 26788310; PMCID: PMC4708640.
- YADAV KC, RAJBANSHI, R.; KATUWAL, N.; DHUNGANA, P.; E SUBBA, D. Process optimization for yam flour incorporated in expanded extrudates, *International Journal of Food Properties*, 24:1, 1252-1264, 2021. DOI: 10.1080/10942912.2021.1958839
- YASUMATSU, K. et al. Whipping and emulsifying properties of soybean products. **Agricultural and biological chemistry**, v. 36, n. 5, p. 719–727, 1972.
- ZANOTTO, D. L.; BELLAVER, C. Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves. Concórdia: Embrapa-CNPISA, 1996. p. 1-5. (Comunicado técnico, 215). http://www.cnpisa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/cot215.pdf

· CAPÍTULO 7 ·

Caapiranga (AM): caminhos culturais e nutricionais do cará

Este capítulo foi apresentado no 4º Congresso de Extensão e Cultura da Unicamp (2022) e no IX Encontro Regional de Engenharia e Desenvolvimento Social (EREDS, Campinas, 2023). Foi submetido para a Revista Internacional de Extensão da Unicamp, 2023 (ANEXO 5).

Caapiranga (AM): caminhos culturais e nutricionais do cará

Gustavo Costa do Nascimento ^{1*}, Bruna Lago Tagliapietra ¹, Domingos Rodrigues Barros ² Pedro Henrique Campelo ³, Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici ¹

¹ Departamento de Nutrição e Ciência de Alimentos, FEA - Unicamp, Campinas, São Paulo, Brasil.

² Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas, IFAM, Campus Zona Leste, Manaus, Amazonas, Brasil.

³ Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

*gucones@gmail.com

Resumo

O projeto “Fibras e Amidos de tubérculos ainda não comercializadas industrialmente” teve um dos objetivos o desenvolvimento da farinha de cará em casas de farinha tradicionais do município de Caapiranga (AM, Brasil). O cará é um símbolo importante para esse território e sua valorização caminha para a garantia da Soberania Alimentar das populações amazonenses. A Tecnologia Social (TS) pode ser uma ferramenta importante no trabalho extensionista que se propõe a valorizar e transformar alimentos regionais. A experiência da casa de farinha foi sistematizada e avaliada, seguindo-se etapas que incluem uma contextualização, o relato da experiência, levantamento de reflexões e conclusões guiadas pelos pilares de uma TS. Caapiranga vem enfrentando dificuldades relacionadas a produção do cará; a experiência foi guiada pelas tecnologias e conhecimentos já existentes da produção de farinha de macaxeira; adaptações foram necessárias para produção das farinhas de cará branco e roxo; questões como as de interdisciplinaridade, relação políticas, cultura alimentar e de segurança do alimento são consideradas para a viabilidade dessa nova tecnologia. A partir das potencialidades e limites apontados nota-se que a experiência em questão foi importante para mostrar a possibilidade da produção de farinha de cará, existindo algumas etapas com maior participação popular para se alcançar melhores resultados. Espera-se que as atividades contribuam para uma maior valorização do cará, seus benefícios nutricionais e manutenção da cultura de Caapiranga.

Palavras-chave: Cará; Amazonas; Tecnologia Social; Soberania Alimentar.

1. INTRODUÇÃO

O projeto de pesquisa-extensão “Fibras e Amidos de tubérculos ainda não comercializadas industrialmente” vem sendo desenvolvido no município de Caapiranga, Amazonas, Brasil (3° 19' 42" S, 61° 12' 34" O), por pesquisadoras e pesquisadores da área de tecnologia de alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), em parceria com a Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e o Instituto Federal do Amazonas (IFAM).

Com o foco no trabalho com alimentos regionais, o grupo de pesquisa-extensão vem desenvolvendo pesquisas e ações que caminhem para o incentivo e manutenção da Soberania Alimentar brasileira, a partir do contato com a agricultura familiar tradicional, da troca e ampliação dos conhecimentos relacionados principalmente a tubérculos e raízes nativos e seus possíveis processamentos.

Quanto às ações de comunicação científica-social do projeto, o grupo esteve no Fórum Permanente Especial: Desafios da Sustentabilidade (Unicamp) e Unicamp de Portas Abertas com oficinas para apresentação de resultados e troca de conhecimentos desenvolvidos a partir do projeto, colaborou também com o Espaço Cultural Casa do Pavão (Campinas, SP), no Espaço Mandala Unicamp e no 4º Congresso de Extensão e Cultura da Unicamp.

Inicialmente, apresenta-se uma contextualização da importância sociocultural do cará, principais desafios a serem enfrentados, a relação da Soberania Alimentar e o trabalho com tubérculos regionais e por fim a Tecnologia Social, principal ferramenta escolhida para o trabalho extensionista na tecnologia de alimentos.

1.1. Cultura do cará

Os carás representam grande importância para a SAN de diversas comunidades, principalmente por possuírem ótimas características nutricionais e promissora produtividade, pois se adaptam aos diversos solos e climas brasileiros, entretanto, a maioria das espécies ainda são pouco estudadas (CASTRO et al., 2012).

No Amazonas, as condições de agroecossistema são excelentes para a produção de carás pela agricultura familiar, tendo grande importância na região do Baixo Rio Solimões, onde é uma das principais fontes de renda e autoconsumo (Castro, 2011). Nessa região, destaca-se o município de Caapiranga (Figura 1a) que é responsável por 48% da produção de cará-roxo (*Dioscorea trifida* L.), sendo o maior produtor de cará do estado e apresenta grande agrobiodiversidade relacionada a cultura do cará (CASTRO et al., 2012; CASTRO, 2011).

Segundo Castro (2011) a agricultura familiar de Caapiranga é caracterizada pela presença dos sistemas agroflorestais (SAF) e de subsistema roça (roçado), sendo base econômica do município com produção de açaí, mandioca, milho, feijão, banana e cará.

Caapiranga possui sua própria identidade cultural ligada ao cará (CASTRO, 2011), seus habitantes identificam-se entre duas agremiações ou “times”, sendo cará-roxo ou cará-branco (semelhante a dualidade dos bois Caprichoso e Garantido em Manaus), fazendo desse tubérculo um símbolo do território que é cultuado anualmente no “Festival Folclórico do Cará” (Figura 1b).

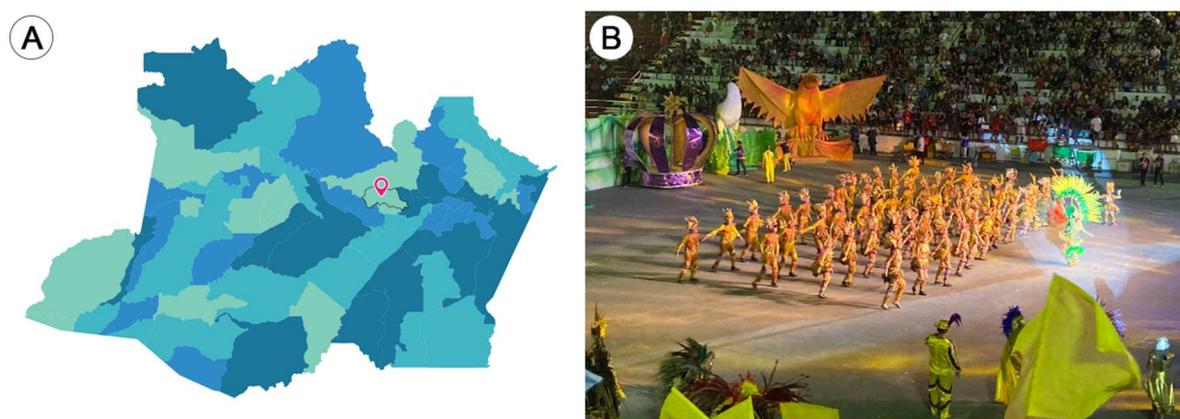


Figura 1. Municípios do estado Amazonas (Brasil) com destaque a Caapiranga (A) e espetáculo do cará-roxo no Festival do Cará de Caapiranga em set. de 2022 (B)

Fontes: A = Instituto Brasileiro de Geografia Estatística - IBGE e B = autoria própria.

Os preços de venda pouco compensadores vêm desestimulando o plantio e a colheita de tubérculos e raízes nos últimos 3 anos, para a mandioca, por exemplo,

houve em 2019 uma queda de 2,1% na produção, junto com uma redução de 33% na área plantada e 8,3% na área colhida, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2019).

Para além do trabalho nos roçados, Castro (2011) encontrou que nos anos 2009 a 2010, 30% dos(as) agricultores(as) de Caapiranga necessitavam de um trabalho complementar. Recentemente, essa necessidade vem aumentando, devido a diminuição da produção agrícola, a baixa dos preços de mercado (principalmente dos carás), às perdas pelas cheias e pelo apodrecimento e ao aumento da concorrência.

1.2. Soberania alimentar

A luta pela Soberania Alimentar vem sendo construída pelos movimentos sociais, e tem como significado a solidariedade e a garantia de técnicas e recursos necessários para que as diversas populações tenham condições de produção alimentos em seu próprio território. Relaciona-se também a autonomia e direito dos povos em defender sua cultura alimentar, decidindo como seus alimentos serão consumidos, produzidos e distribuídos (NABESHIMA et al., 2022).

Além de englobar aspectos de SAN como a garantia de acesso permanente e regular a alimentos, a Soberania Alimentar está ligada às práticas alimentares adequadas, ou seja, de acordo com aspectos sociais e biológicos dos indivíduos, com os estágios da vida e suas restrições alimentares, considerando e adaptando às tradições (NABESHIMA et al., 2022).

Os tubérculos regionais são culturas capazes de ofertar matéria-prima superar as necessidades alimentares da humanidade e são passíveis de processamento, originando novos produtos. As diferentes características dos tubérculos podem ser utilizadas para agregar valor e desenvolver produtos que beneficiem produtores e consumidores (BISOGNIN & LOVATTO, 2012).

O desenvolvimento de tecnologias para serem utilizadas em agroindústrias regionais, cooperativas, cozinhas comunitárias e outros espaços de processamento, pode ser solução para alimentos de baixo ou sem valor comercial no mercado *in*

natura, podendo originar produtos de fácil preparo ou prontos para consumo, com maior valor agregado, aumentando seu número de aplicações e com menor perecibilidade.

1.3. Tecnologia Social (TS)

A proposta da TS tem fundamentos na “transformação social, na participação direta da população, no sentido de inclusão social e de melhoria das condições de vida” (ITS, 2007).

O modo com que uma tecnologia é desenvolvida, dentro da abordagem da TS, considera um conjunto de fatores que vão desde o reconhecimento das necessidades do coletivo envolvido e da sua mobilização para mudança, passa pela avaliação de impactos socioambientais, e caminha até os métodos de gestão e avaliação da tecnologia, englobando, segundo o Instituto de Tecnologia Social - ITS (2007), os seguintes aspectos:

a. práticas pedagógicas para empoderamento: é dimensão transversal a todas as ações que envolvem a TS, incluem processos pedagógico que envolvam todas as pessoas, com a criação processos participativos de levantamento de demandas, planejamentos, acompanhamento e avaliação, tendo como base o diálogo entre os saberes;

b. acessibilidade e apropriação da tecnologia: o baixo custo e a facilidade de acessos podem ser essenciais, sendo que quanto mais a população envolvida estiver apropriada dos meios de produção e reprodução da TS maior será sua acessibilidade;

c. sustentabilidade socioeconômica e ambiental: busca-se a geração de renda para garantia da inclusão social, além de fontes de matérias-primas e energias renováveis, de se estabelecer novos padrões de consumo e de cuidar dos resíduos desde a produção até utilização da TS;

d. organização, sistematização e difusão: a organização e sistematização dos conhecimentos e experiências acerca da TS são importantes não apenas por

proporcionar melhorias nesse processo de desenvolvimento, mas também por gerar conhecimentos que podem ser difundidos;

e. transformação social: tem como objetivo a apropriação por parte do coletivo de seus direitos para que partam ativamente em busca da solução de suas necessidades.

Por sua finalidade, a TS está ligada aos direitos à vida, saúde e alimentação, e em sua prática compreende-se por que as demandas sociais devem ser fontes de questões para a pesquisa, uma vez que a produção dos conhecimentos se compromete com a justiça social para transformação da sociedade, aumentando-se as chances de um “desenvolvimento sustentável” (ITS, 2007).

Segundo Rios e Lima (2016) as TS proporcionam uma melhor articulação com a base da sociedade organizada e ganhos como a fixação dos povos em seus territórios, com condições adequadas de vida, e aumento do consumo de produtos de origem tradicional.

Dessa forma, no contexto da construção de conhecimentos e tecnologias ligadas a tecnologia de alimentos tradicionais a TS seria um avanço para a universidade, que segundo Rios e Lima (2016), se limita a ações de uso e desenvolvimento de Tecnologia Convencional (puramente mercadológica), nas quais não há a inclusão social de seus usuários nas dimensões sociais, econômicas, ambientais e culturais.

Um dos objetivos nas ações de extensão do projeto foi o desenvolvimento de uma TS junto à agricultura familiar do município de Caapiranga (AM), no caso, farinhas de carás em casas de farinha tradicionais de macaxeira. A transformação do cará *in natura* em farinha foi vista como uma alternativa viável para manutenção do cultivo tradicional dos carás (roçado) e das tecnologias tradicionais de produção de farinha (casas de farinha), como também é uma forma de agregação de valor socioeconômico desse tubérculo.

A partir da sistematização da experiência de produção de farinha de cará e dos princípios a serem alcançados no processo de TS, o grupo discutirá aqui os limites e potencialidades encontrados nessa etapa do projeto.

2. MÉTODOS

A produção da farinha de cará de Caapiranga foi realizada em experiência na casa de farinha na propriedade da “Dona Biaca”, sendo as possíveis adaptações do processo foram discutidas durante e junto ao grupo de agricultoras e agricultores.

A experiência foi sistematizada de acordo com Holliday (2006), segundo o autor, a sistematização pode ter como objetivo favorecer o intercâmbio de experiências, para que as pessoas envolvidas tenham maior compreensão do trabalho, para serem construídos conhecimentos teóricos a partir da prática, ou para melhorar a prática. Ao final da sistematização é realizada uma conclusão (ponto de chegada), nela foram utilizados os princípios do Instituto de Tecnologia Social - ITS (2007) para avaliação do trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. *Sistematização da experiência*

a. **Ponto de partida**

A experiência de produção de farinha de cará ocorreu em novembro de 2021, contando com a participação de 3 pesquisadoras-extensionistas e 3 pesquisadores-extensionistas junto a 2 agricultoras, 4 agricultores, 1 técnico do Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (IDAM) e 3 integrantes da prefeitura de Caapiranga.

Os conhecimentos da produção de farinha de macaxeira (mandioca) e seus artefatos, como moedor (Figura 2a), prensa, peneira, remo e chapa com forno a lenha (Figura 2b), são considerados imprescindíveis para pensar a adaptação da casa de farinha na produção da farinha de cará. O leiaute com fluxo de processamento da macaxeira em farinha é apresentado na Figura 2c.

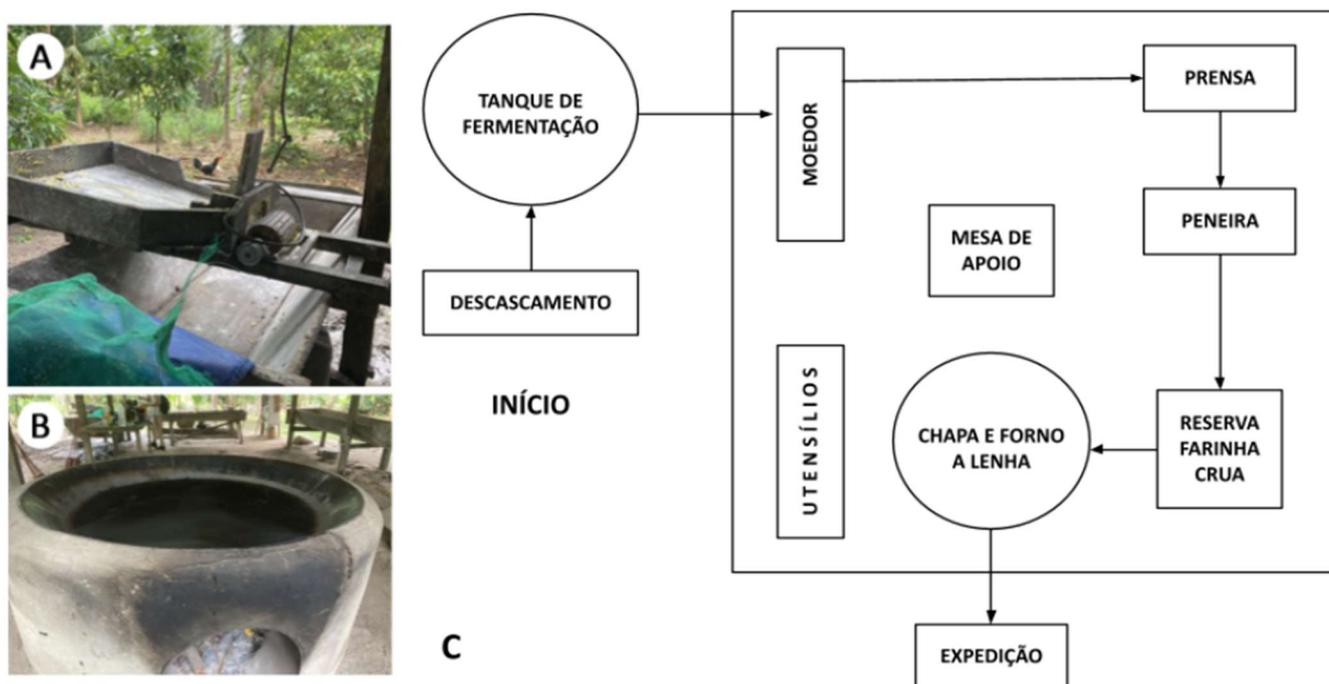


Figura 2. Artefatos e leiaute da casa de farinha de macaxeira, sendo A = moedor, B = chapa e forno a lenha e C = leiaute com fluxo de processamento da macaxeira em farinha

Fonte: autoria própria

A casa de farinha fica localizada na propriedade da “Dona Biaca”, onde moram também suas filhas e companheiros e uma neta, o terreno fica na Estrada Ari Antunes, onde ficam a maioria das propriedades que os munícipes trabalham no plantio de cará e outras culturas. A família planta carás (branco e roxo, *Dioscorea trifida*) em associação a macaxeira (*Manihot esculenta* Crantz) em sistema de roçado.

Anteriormente à experiência da casa de farinha, foi realizada uma reunião organizada pela prefeitura de Caapiranga, nesta foi apresentada a proposta de produção da farinha de cará e foram relatadas por parte das(os) produtoras(es) de cará as dificuldades que enfrentam no município. Dentre elas destaca-se:

- inexistência de uma organização que garanta a manutenção da produção de cará no município, a qual aumentaria o poder/autonomia de compra de insumos, transporte e venda do tubérculo;

- baixo preço do cará no mercado e existência de atravessadores, sendo preferível não retirar o tubérculo da terra (custos de mão de obra e transporte), ocasionando em perdas pela cheia e descontinuidade de plantio (foi relatado que “30% dos produtores não vão plantar cará no que vem”);
- evasão dos jovens do município, não havendo interesse em continuar a produção agrícola do município;
- perda da exclusividade produtiva, onde outros municípios começaram a produzir cará-roxo nos últimos anos;
- poucas famílias produzem o cará-branco, devido a preferência de mercado ao cará-roxo, sendo uma cultura que começou a ser perdida;
- a produção da farinha de cará pode aumentar o tempo de trabalho das famílias e é um produto que não tem mercado ou conhecimentos para aplicá-la.

Após a reunião na câmara municipal de Caapiranga, todas as pessoas presentes foram convidadas para a experiência da produção de farinha de cará que ocorreu no dia seguinte.

b. Perguntas iniciais

A principal pergunta na experiência em questão era se seria possível a produção de farinha de cará utilizando-se a estrutura da casa de farinha de macaxeira, tendo como aspectos centrais a troca de conhecimentos relacionados ao processamento dentro da casa de farinha, dentre eles o pré-processamento do tubérculo, o uso dos artefatos tradicionalmente utilizados para macaxeira e as adaptações necessárias para sua viabilidade.

Dessa forma, essa sistematização tem como foco os aspectos da tecnologia de alimentos (conservação e transformação do cará), bem como a visão do grupo de pesquisa-extensão com relação ao aprendizado e autonomia construídos durante a experiência.

c. Recuperação do processo vivido

Ao chegar na propriedade, o grupo de pesquisa-extensão acompanhou a família até o roçado que ficava afastado da casa de farinha e moradias. Após corte e queima, o roçado tinha a aparência observada na Figura 3a. Próximo ao roçado havia carás colhidos que foram usados para o novo cultivo e aguardavam transporte para venda (Figura 3b).

Um aspecto interessante nesse roçado é a presença do cará-branco plantado em covas junto ao cará-roxo (Figura 3c), esse fato é considerado uma forma de resistência e conservação da espécie, uma vez que a procura mercadológica para o cará-branco é menor. As famílias que residem principalmente na Estrada Ari Antunes mantêm o plantio desse cará por se considerarem “time cará-branco”.

Seguiu-se para a casa de farinha com os carás, ela estava sendo utilizada para a produção de farinha de mandioca, onde pode-se observar na Figura 3D, E e F algumas etapas desse processo.



Figura 3. Prioridade da “Dona Biaca”, sendo A = roçado onde foram plantados carás em associação a macaxeira, B = local de armazenamento de carás colhidos, C = planta carás roxo e branco; e etapas do processamento de macaxeira na casa de farinha, sendo D = descascamento, E = fermentação e F = secagem em chapa e forno a lenha (torra)

Fonte: autoria própria

Observa-se neste momento algumas das técnicas que podem ser adaptadas para o processamento do cará, tendo como principal diferença a não utilização da etapa de fermentação para o cará nesse momento.

O processamento do cará é iniciado com a lavagem e sanitização dos tubérculos, seguidas por descascamento. Nesse momento, os carás foram encaminhados para o moedor, formando após essa etapa, uma pasta líquida que não é possível prensar e peneirar como é feito para a mandioca, portanto foi encaminhada diretamente para a chapa. Durante a secagem e torra, observou-se uma dificuldade

de manipulação da massa (queimou ao grudar na chapa), não sendo possível realizar o espalhamento e mistura.

Durante essa primeira tentativa, foram levantadas sugestões por parte das produtoras que foram: utilizar carás já cozidos, cortados em pedaços para verificar se não grudaria tanto quanto a massa; realizar uma pré secagem de pedaços de cará antes de ir para chapa; secar os carás em rodela ao sol (não foi testada no momento), como era feito pela mãe que secava banana para fazer mingau.

Usar carás cozidos para a secagem gruda igual a massa inicial, porém depois que os pedaços ficam com a superfície mais seca, o processo é facilitado. O mesmo ocorreu para os carás pré-secos em forno. Nesse momento percebeu-se que o melhor seria cortar os carás e cubos para a secagem na chapa.

Portanto, sugeriu-se a substituição das etapas anteriores à secagem pelo corte e escoamento dos pedaços de cará, como pode ser observado na Figura 4. Grande parte do tempo de processamento é dedicado à secagem em chapa (Figura 4c), enquanto para farinha de mandioca gasta-se aproximadamente 45 minutos para secagem, para os carás a operação foi realizada em 3 horas, considerando-se a mesma quantidade em massa.



Figura 4. Adaptações no processamento do cará em farinha, sendo A = corte, B = escoamento (retirada do excesso de água) e processo de secagem em chapa e forno a lenha (C)

Fonte: autoria própria

Durante a secagem foram apontadas técnicas que facilitaram o processo de transformação do cará em farinha, sendo elas: passar uma camada de óleo na chapa para diminuir a aderências dos pedaços; utilização do remo (pás utilizadas para mexer o cará) da mesma forma que para macaxeira, porém em intervalos maiores; não pressionar os pedaços durante a secagem; após aproximadamente 2 horas, triturar os carás e voltar para a chapa, fazer pelo menos 3 vezes até o fim da secagem.

Ao fim do processo, as(os) produtoras(es) apontam que a forma de verificar o ponto da farinha de macaxeira (fim da secagem) é provando sua crocância na boca. Isso foi realizado com as farinhas de carás e estas podem ser observadas na Figura 5.



Figura 5. Farinhas de macaxeira (a), cará-roxo (b) e cará-branco (c), obtidas em casa de farinha tradicional no município de Caapiranga (AM, Brasil)

Fonte: autoria própria

As farinhas produzidas foram divididas entre as pessoas presentes e sugeriu-se utilizá-las em preparações culinárias. Alguns dos relatos ao final foram: nunca haviam pensado em fazer farinha do cará; agricultores iriam tentar reproduzir o processo nas respectivas casas de farinha; existe uma casa de farinha de macaxeira mecanizada que estava em desuso e tem a possibilidade de ser um local coletivo de processamento.

Após o fim da experiência, o grupo de pesquisa-extensão pôde levantar pontos de reflexão, que serão apresentados no tópico a seguir.

d. Reflexão de fundo

Considera-se que há uma interdisciplinaridade na equipe de trabalho (técnico rural, engenharia de alimentos, nutrição, química e farmácia), que é vista como benéfica e necessária para o trabalho extensionista, como previsto na Política Nacional de Extensão Universitária (FORPROEX, 2012) e apontada por Pereira (2012) como uma estratégia para superar uma visão linear e fragmentada promovendo uma visão emancipatória do conhecimento.

O projeto em questão foi possível devido ao intermédio da prefeitura de Caapiranga com as(os) municipais, sendo que a comunicação direta ocorreu em sua maioria com os membros da prefeitura, devido a distância geográfica e o período de pandemia. Esse fato deve ser considerado para se interpretar o comportamento das pessoas participantes, bem como os interesses envolvidos nas interações.

Gapinshi e Freitas (2016) apontam que quando o município é atendido por um projeto de TS, pode-se aumentar a possibilidade de uma menor dependência de auxílios assistencialistas dos órgãos públicos. Essa dependência é relatada em Caapiranga (AM).

Aspectos de cultura alimentar também foram investigados em conversas com merendeiras do município, tendo que os carás já estiveram mais presentes na merenda escolar, por estar ligada ao Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), nota-se, portanto, que não há a participação da produção agrícola nesse programa.

As padarias também refletem a cultura alimentar do município, por serem compostas principalmente por pães e bolos base farinha de trigo, observa-se uma potencialidade na incorporação de alimentos como o cará em suas preparações.

Os roçados amazônicos, enquanto sistemas sustentáveis de manejo, têm papel importante na conservação de recursos genéticos agrícolas *in situ* ou *on farm*

(“no roçado”), uma vez que os conhecimentos de manejo e a cultura das espécies de cará integram a agrobiodiversidade, preservando assim a biodiversidade local (FERREIRA, 2011).

A Soberania Alimentar e conseqüentemente a segurança alimentar e nutricional das comunidades tradicionais é garantida, segundo Machado et al. (2012), enquanto houver a manutenção da agrobiodiversidade, por esta estar relacionada à composição de renda, à conservação genética, à agroecologia e à preservação cultural.

Nas relações de gênero e raça, nota-se a participação de todos os gêneros na maioria dos processos dentro da casa de farinha, com exceção da manipulação da massa de macaxeira. As preparações culinárias têm domínio feminino. A maioria das(os) munícipes possuem ascendência indígena, não ficando evidente uma distinção direta entre a posição de pessoas brancas e não brancas dentro do município.

Tradicionalmente em países do continente africano, o processamento de cará em farinha passa pela etapa de parboilização (imersão em água a 60°C) que inclui um descanso de 8 a 13 horas (Ige & Akintude, 1981), o que pode ser associada a etapa de fermentação, que para os tubérculos pode relacionar-se a mudanças de textura, cor e sabor, além de ser um processo que pode favorecer a conservação.

As adaptações realizadas durante o processo são viáveis de reprodução para casas de farinha e produtoras(es) familiares que possuam energia elétrica, sendo que a energia solar pode ser uma tecnologia favoráveis para àquelas casas de farinha que estão mais afastadas.

As questões sanitárias não foram levantadas durante a experiência, sendo que para um processamento seguro de alimentos pode-se realizar melhorias como: evitar a presença de animais dentro da casa de farinha, uso de equipamentos de segurança (por exemplo máscaras devido a grande quantidade de fumaça que se forma no ambiente), atenção a contaminação por poeira e devido a manipulação dos carás.

Fica evidente a necessidade de investimentos monetário e de tempo para a produção de farinha de cará, sendo que a coletivização pode facilitar essas questões, bem como a comercialização e transporte dessa farinha.

O Quadro 1 mostra as potencialidades e limites encontrados nessa experiência de produção de farinha de cará enquanto TS.

Freitas et al. (2013) realizou uma análise de tecnologias quanto ao potencial de contribuir com a sustentabilidade (econômica, social e ambiental) e evidencia que as tecnologias desenvolvidas enquanto TS são sustentáveis, porém apresentam os seguintes limites, que também foram pontos considerados nesse projeto:

- i. na dimensão econômica, a promoção do empoderamento das comunidades quanto a propriedade das tecnologias, a fim de evitar a dependência de terceiros, através da construção de conhecimentos da utilização da tecnologia enquanto instrumento de geração de trabalho e renda;
- ii. na dimensão social, o envolvimento efetivo das pessoas que utilizarão as tecnologias, ou seja, é necessário um projeto de transformação social que fuja da atuação assistencialista e individualista;
- iii. na dimensão ambiental, uma maior harmonização no desenvolvimento e uso das tecnologias com o meio ambiente, passando por escolhas que gerem um menor impacto possível.

As potencialidades no processo de TS para o processamento de alimentos está diretamente ligado a forma com que o trabalho é guiado, havendo a necessidade de relacionar, incluir e comunicar a população em todas as etapas, e quando não possível refletir e entender os fatores limitantes.

Outro potencial importante desse tipo de TS é que, por estar ligada a cultura alimentar e alimentos regionais, torna-se ferramenta para manutenção da Segurança Alimentar e Nutricional e Soberania Alimentar do território.

Quadro 1. Potencialidades e limites para a experiência do processamento de cará em farinha sob a perspectiva da Tecnologia Social (TS)

Pilares¹	Potencialidades	Limites
Práticas pedagógicas para empoderamento	O ritmo e forma de comunicação durante a experiências foram benéficas para resolução das questões que surgiram, havendo participação ativa das pessoas presentes.	O planejamento da experiência poderia ser mais participativo, o que facilita o envolvimento, solução de demandas e criação de autonomia durante a experiência.
Acessibilidade e Apropriação da tecnologia	Utilização das tecnologias, espaços e insumos já familiarizados.	Tornam-se necessárias novas experiências para avaliação da apropriação da tecnologia
Sustentabilidade socioeconômica e ambiental	A TS em desenvolvimento tem maior valor agregado e pode ser comercializada da mesma forma que a farinha de macaxeira; as cascas dos carás são resíduos que podem ser aproveitados para adubação; a TS está ligada a identidade do município, no qual cultua-se o cará desde sua fundação.	Uso da queima de madeira para o aquecimento da chapa pode apresentar impactos maléficos ao ambiente e pessoas

<p>Organização, Sistematização e Difusão</p>	<p>Além das experiências, conversas e visitas realizadas no município, estão sendo elaborados materiais que incluem os conhecimentos desenvolvidos durante o trabalho como: pesquisas científicas, espaços de divulgação social e livro de receitas para aplicação dos carás e suas farinhas.</p>	<p>Necessita-se de uma maior interação com o município na sistematização dos conhecimentos desenvolvidos durante o trabalho.</p>
<p>Relevância social</p>	<p>A interação com os órgãos governamentais pode facilitar a coletivização e o acesso a fundos de investimento para melhoria das casas de farinha e produção de carás.</p>	<p>A distância geográfica e dependências econômicas do município, interna e na relação com atravessadores e a capital (Manaus)</p>

¹ ITS (2004).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante esse caminho, a partir da cultura carandeira, passando pelos roçados (carazais), até as casas de farinha, espera-se que a população de Caapiranga continue a desenvolver tecnologias que contribuam para uma maior valorização do cará e sua cultura, e que, a partir dos conhecimentos desenvolvidos na pesquisa-extensão, sejam evidenciados os benefícios sociais e nutricionais dos alimentos regionais.

No contexto do processamento de alimentos nos territórios, realizado pela agricultura familiar tradicional, a TS mostra-se uma ferramenta importante para o trabalho extensionista. Ela é capaz de construir, junto às diferentes populações, soluções emancipatórias que caminhem para uma produção e transformação de alimentos de fato sustentável, para a Soberania Alimentar e para manutenção da Segurança Alimentar e Nutricional, além da preservação sociocultural e ambiental dos alimentos regionais.

As autorias agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil, pela bolsa concedida por BL Tagliapietra, P. H. Campelo e MTP Clerici (Processo 140805/2020-6, 310793/2021-1 e 312786/2020-4) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - código financeiro 001, Brasil, pela bolsa de G. C. Nascimento, e apoio ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), São Paulo, Brasil. Também agradecem, Faepex - 2679/21 e Fundação Cargill, processo 5610 – Tubérculos, o Prof. Domingos Rodrigues Barros (IFAM, Manaus, Brasil), a prefeitura de Caapiranga (AM, Brasil).

REFERÊNCIAS

- Castro, A. P. (2011). *Agrodiversidade e cadeia produtiva do cará (Dioscorea spp.) na agricultura familiar: um estudo etnográfico no município de Caapiranga - AM* (Tese de Doutorado). Curso de Agronomia Tropical, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, Brasil.
- CASTRO, A. P., Fraxe, T. J. P., Perreira, H. S., Kinnup, V. F. (2012). Etnobotânica das variedades locais do cará (*Dioscorea* spp.) cultivados em comunidades no município de Caapiranga, estado do Amazonas. *Acta Botanica Brasilica*, 26(3), 658-667. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-33062012000300015>.
- Bisognin, D. A. & Lovatto, M. T. (2012). *Tecnologias de Processamento para Maximizar o Aproveitamento de Tubérculos da Batata*. Itapetininga, SP, Brasil: ABBA - Associação Brasileira da Batata, 1, 39. <http://coralx.ufsm.br/mpvp/projetos/files/102028.pdf>
- Ferreira, A. B. (2011). *Sistema de cultivo do cará Dioscorea spp. por pequenos agricultores da Baixada Cuiabana* (Dissertação de Mestrado) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Botucatu, SP, Brasil.
- Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Instituições Públicas de Educação Superior Brasileiras - FORPROEX (2012). *Política Nacional de Extensão Universitária*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.
- GAPINSKI, E. F. P.; FREITAS, C. C. G. Tecnologia social e órgãos públicos municipais: realidades e potencialidades. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 12, n. 25, 2016.
- Holliday, O. J. (2016). *Para sistematizar experiências*. Brasília, DF, Brasil: Ministério do Meio Ambiente, 2, 128.
- Ige, M. T. & Akintunde, F. O. (1981), Studies on the local techniques of yam flour production. *International Journal of Food Science & Technology*, 16(3), 303-311. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1981.tb01019.x>
- Instituto de Tecnologia Social - ITS (2007). *Tecnologia Social e Educação, série "Conhecimento e Cidadania"*. São Paulo, SP, Brasil: ITS Brasil, 1, 23.
- Machado, A. T., Santilli, J., Magalhães, R. A. (2008). *Agrobiodiversidade com enfoque agroecológico: implicações conceituais e jurídicas*. Brasília, DF, Brasil: Embrapa Informações Tecnológicas, 98.
- Pereira, C. A. (2012). *Processo de Formação de Professores Universitários engajados no Currículo por Projetos da Proposta Integral de Educação Emancipatória da UFPR Litoral* (Tese de Doutorado). PUC São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- Rios, D. M. S., Lima, J. R. O. (2016). A prática da extensão universitária como incentivadora da tecnologia social. *Revista Brasileira de Tecnologias Sociais*, 3(1), 93. <https://doi.org/10.14210/rbts.v3n1.p93-100>

· CAPÍTULO 8 ·

ANEXOS

ANEXO 1

© 2022 Direitos reservados aos autores. Direito de reprodução do livro é de acordo com a lei de Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998. Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.

Grupo de Pesquisa em Alimentos e Saúde (GrAS)
Disponível em: <http://www.unifal-mg.edu.br/bibliotecas/ebooks>



Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL-MG
Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 Centro – Alfenas – Minas Gerais – Brasil – CEP: 37.130-001

Reitor: Sandro Amadeu Cerveira
Vice-reitor: Alessandro Antônio Costa Pereira

Sistema de Bibliotecas da UNIFAL-MG / SIBI/UNIFAL-MG
Autores: Bruno Martins Dala-Paula, Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici, Leonora Mansur Mattos, Bianca Sarzi de Souza, Brígida Monteiro Vilas Boas, Janaína Guernica Silva, Sílvia Mendonça Vieira, Elizabeth Harumi Nabeshima, Gustavo Costa do Nascimento, Bruna Lago Tagliapietra, Elisa Cristina Andrade Neves, Maria Cristina Ferrari, Thaísa de Menezes Alves Moro, Bruna Guedes de Melo, Natali Alcântara Brandão, Michele Scarton, Pedro Henrique Campelo, Marcio Schmiele, Rebeca Salvador-Reyes, Jaime Amaya-Farfan & Kamila Leite Rodrigues
Organizadores: Bruno Martins Dala-Paula & Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici
Editoração: Bruno Martins Dala-Paula
Revisão: Bruno Martins Dala-Paula
Capa principal, capa dos capítulos e contracapa: William Permagnani Gozzi

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Central – Campus Sede

Dala-Paula, Bruno Martins
D136q Bioquímica e Tecnologia de Alimentos Produtos de Origem Vegetal.
Vol. 1/ Bruno Martins Dala-Paula ... [et al]. Organizadores: Bruno Martins Dala-Paula; Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici – Alfenas -- MG: Editora Universidade Federal de Alfenas, 2022.
268 f.: il. – (Coleção: Bioquímica e Tecnologia de Grupos de Alimentos, v. 1)
ISBN: 978-65-86489-62-0. (e-book)
Formato: .pdf
Disponível em: <https://www.unifal-mg.edu.br/bibliotecas/fontes-de-informacao/e-books/>
Inclui Bibliografia.
1. Tecnologia de alimentos. 2. Processamento de alimentos - Indústria.
3. Alimentos - Manipulação. I. Clerici, Maria Teresa Pedrosa Silva. (org.)
II. Título.

CDD- 664

Ficha Catalográfica elaborada por Marlom Cesar da Silva
Bibliotecário-Documentalista CRB6/2735

ANEXO 2



Gustavo C. Nascimento <gucones@gmail.com>

Carta convite Capítulo PPGCTA

1 mensagem

Mária Felisberto <maria.felisberto@ufv.br>

1 de novembro de 2022 às 12:28

Para: gucones@gmail.com

-

**Mária Herminia Ferrari Felisberto, D. Sc.**

Departamento de Tecnologia de Alimentos - DTA

Universidade Federal de Viçosa - UFV

+ 55 (31) 3612-6806

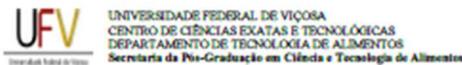
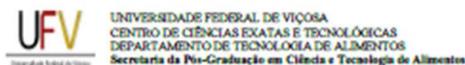
maria.felisberto@ufv.br

www.dta.ufv.br

8 anexos

-  **resumo E-mail de Universidade Federal de Viçosa - Capítulo de livro - PPGCTA.pdf**
103K
-  **Prazo 1 - E-mail de Universidade Federal de Viçosa - Capítulo para o livro - PPGCTA.pdf**
159K
-  **E-mail de Universidade Federal de Viçosa - Convite_ capítulo de livro.pdf**
145K
-  **envio arquivo - E-mail de Universidade Federal de Viçosa - Capítulo para o livro - PPGCTA (Prazo Final) - Cópia.pdf**
214K
-  **envio arquivo - E-mail de Universidade Federal de Viçosa - Capítulo para o livro - PPGCTA (Prazo Final).pdf**
214K
-  **Carta_Convite_finalassinado - Cópia.pdf**
433K
-  **Resumo Capítulo PPGCTA-UFV.pdf**
44K
-  **Capítulo Fontes Não Convencionais PPGCTA-UFV VERSÃO FINAL.pdf**
595K

ANEXO 2



Campus Universitário - 36570-900 Viçosa, Minas Gerais – Tel.(31) 3612-6705/6760 – E-mail: ppv@ufv.br

Viçosa, 03 de março de 2022.

Prezado Sr. (a) Professor (a):

Temos o prazer de lhe apresentar o Projeto do livro *“Tópicos Avançados de Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Alimentos”* (título provisório). A proposta, que faz parte da comemoração dos 50 anos do PPGCTA, tem como objetivo divulgar as linhas de pesquisa inovadoras de professores do Departamento de Tecnologia de Alimentos, entre estudantes de graduação, pós-graduação, profissionais e todos que se sintam entusiasmados com a grande área de Ciência de Alimentos.

Sabemos que o(a) senhor(a) publica os resultados de suas pesquisas por diversos meios, especialmente, por artigos publicados em periódicos internacionais. Entretanto, gostaríamos que essas informações fossem divulgadas na língua portuguesa, de modo acessível para pesquisadores e profissionais nos diferentes estágios da carreira. Este trabalho é essencial para a promoção do conhecimento e do interesse de estudantes pelo nosso programa de pós-graduação, bem como para fomentar parcerias entre colegas pesquisadores no âmbito nacional.

Desta forma, convidamos o(a) senhor(a) para contribuir com a escrita de 1 (um) capítulo desta obra. O capítulo deve abordar um *tópico avançado*, de seu domínio, na área de *Ciência, Engenharia ou Tecnologia de Alimentos*, de maneira *didática*, para que este capítulo seja consultado por estudantes e profissionais de todo país, tomando-se um material de referência na área e, portanto, divulgando o PPGCTA e o DTA em âmbito nacional.

O capítulo deve conter entre **8.000 e 10.000 palavras**, no máximo **6 figuras** e, no máximo, **6 (seis) autores**, incluindo o seu nome, com as seguintes divisões: **Resumo** (máximo, 250 palavras), **Texto principal** (com as divisões particulares de cada tema), **Considerações Finais, Agradecimentos e Referências Bibliográficas**. A **Neste livro, entende-se por tópico avançado um assunto que não é de domínio comum e que representa um avanço científico e/ou tecnológico para a área de Ciência, Engenharia e Tecnologia de Alimentos.*

Campus Universitário - 36570-900 Viçosa, Minas Gerais – Tel.(31) 3612-6705/6760 – E-mail: ppv@ufv.br

formatação deve seguir as recomendações gerais a seguir: *margens* (2,5 cm), *fonte* Times New Roman 12, *espaçamento duplo*, *recuo especial de primeira linha* (1,25 cm) para cada início de parágrafo.

Caso tenha interesse em contribuir com o projeto, manifeste o interesse em até 5 (cinco) dias úteis após o recebimento deste convite e envie um resumo da sua proposta (até 500 palavras) até **31 de março de 2022**. Uma vez que o capítulo esteja em harmonia com a proposta do livro, uma versão preliminar do capítulo deverá ser enviada até **31 de agosto de 2022**, para que iniciemos o processo de revisão, edição e publicação.

Ficaremos honrados com a sua participação!

Atenciosamente,


Ana Cláudia dos Santos Pires


Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior

 Documento assinado digitalmente
Frederico Augusto Ribeiro de Barros
CPF: 03.103.0002-1700-49-4308
Verifique em: <https://brasil.gov.br>


Márcia Cristina Teixeira Ribeiro Vidigal

Fontes não convencionais de farináceos: extração e propriedades tecnológicas

Leonara Martins Viana¹, Gustavo Costa do Nascimento², Frederico Augusto Ribeiro de Barros¹, Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici², Mária Herminia Ferrari Felisberto^{1*}

¹Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa/MG, Brasil.

²Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, Brasil.

*Autor correspondente - Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, Brasil. CEP 36.590-000. Tel.: +55 (31) 3612-6806. E-mail: maria.felisberto@ufv.br

Resumo

Os alimentos ricos em carboidratos são a base da alimentação mundial, e a mudança nos hábitos alimentares, aliada com uma maior preocupação do consumidor em relação à saúde, tem levado as pessoas a procurarem alimentos mais saudáveis, ricos em fibras e menos calóricos, mas que sejam ao mesmo tempo sensorialmente agradáveis e gostosos. As fontes farináceas não convencionais estão ganhando destaque na elaboração de produtos, uma vez que contribuem com essas características desejadas nos alimentos, além de aproveitarem melhor materiais muitas vezes subutilizados. Banana verde, fruta do lobo, cará, e o colmo jovem de bambu são alguns exemplos de materiais não convencionais que estão ganhando importância no mercado nacional, uma vez que o seu processamento em farinha favorece com a geração de renda à agricultura familiar, cultivo e manutenção de lavouras sustentáveis, além do melhor e maior aproveitamento destes materiais, que podem ser estocados e armazenados para abastecer o mercado nas entressafas. O processo de obtenção de farinhas desses matérias é muito simples, baseado na secagem, podendo-se utilizar equipamentos e sistemas muitas vezes já existentes

ANEXO 3



Ministério do Meio Ambiente
CONSELHO DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO

SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO

Certidão

Cadastro nº AF97191

Declaramos, nos termos do art. 41 do Decreto nº 8.772/2016, que o cadastro de acesso ao patrimônio genético ou conhecimento tradicional associado, abaixo identificado e resumido, no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado foi submetido ao procedimento administrativo de verificação e não foi objeto de requerimentos admitidos de verificação de indícios de irregularidades ou, caso tenha sido, o requerimento de verificação não foi acatado pelo CGen.

Número do cadastro: **AF97191**
 Usuário: **Universidade Federal do Amazonas**
 CPF/CNPJ: **04.378.626/0001-97**
 Objeto do Acesso: **Patrimônio Genético**
 Finalidade do Acesso: **Pesquisa**

Espécie

Dioscorea trifida

Dioscorea alata

Dioscorea altissima

?Calathea allouia

Título da Atividade: **Caracterização físico-química de amidos e mucilagens de tubérculos cultivados no Estado do Amazonas**

Equipe

Pedro Henrique Campelo Felix	Universidade Federal do Amazonas
Edgar Aparecido Sanches	Universidade Federal do Amazonas
Jaqueline de Araújo Bezerra	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do A
Francisca das Chagas do Amaral Souza	INPA
Jaime Paiva Lopes Aguiar	INPA
Cristyana Pontes Sena	UFAM
Domingos Rodrigues Barros	UFAM
Ana Paula Miléo Guerra Carvalho	UFAM
Poliana Moser	UNESP
Alexandra Lizandra Gomes Rosas	UFAM
Vânia Regina Nicoletti Telis	UNESP
Ulliana Marques Sampaio	UNICAMP
Sarita Brito e Silva	UFBA
Fábio Neves dos Santos	UNICAMP
Bruno de Sousa Moraes	UNICAMP
Bruno Guedes de Melo	UNICAMP

ANEXO 3

Maria Cristina Ferrari	UNICAMP
Bruna Lago Tagliapietra	UNICAMP
Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici	UNICAMP
Rebeca Salvador Reyes	UNICAMP
Maria Beatriz Ribeiro	UNICAMP
Michele Scarton	UNICAMP
Amanda Rios	UNICAMP
Mária Hermínia Ferrari Felisberto	Universidade Federal de Viçosa
Marco Aurélio Ramirez Vinolo	UNICAMP
Lucimara Mach Cortes Cordeiro	UFPR
Lilian Regina Barros Mariutti	UNICAMP
Anderson de Souza Sant'Ana	UNICAMP

Data do Cadastro: 26/09/2018 11:43:42

Situação do Cadastro: Concluído

Conselho de Gestão do Patrimônio Genético
Situação cadastral conforme consulta ao SisGen em 23:10 de 26/06/2020.



SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO
DO PATRIMÔNIO GENÉTICO
E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL
ASSOCIADO - SISGEN

ANEXO 4

06/06/2023, 18:33

E-mail de Unicamp - Fwd: [REP] Agradecimento pela submissão



Gustavo Costa do Nascimento <g155650@dac.unicamp.br>

Fwd: [REP] Agradecimento pela submissão

1 mensagem

Pedro H. Campelo <pedrocampelo@ufv.br>

6 de junho de 2023 às 18:32

Para: Gustavo Costa do Nascimento <g155650@dac.unicamp.br>

----- Forwarded message -----

De: Revista Ensaios Pioneiros via Revista Ensaios Pioneiros <pen-bounces@emnuvens.com.br>

Date: qui., 11 de mai. de 2023 às 09:48

Subject: [REP] Agradecimento pela submissão

To: Pedro Campelo <pedrocampelo@ufv.br>

Pedro Campelo,

Agradecemos a submissão do trabalho "TECNOLOGIA SOCIAL PARA O PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS: AVALIAÇÃO, DIMENSIONAMENTO E APLICAÇÃO" para a revista Revista Ensaios Pioneiros. Acompanhe o progresso da sua submissão por meio da interface de administração do sistema, disponível em:

URL da submissão: <https://revistaensaiospioneiros.usf.edu.br/ensaios/authorDashboard/submission/283>

Login: pedrocampelo

Em caso de dúvidas, entre em contato via e-mail.

Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista como meio de compartilhar seu trabalho.

Revista Ensaios Pioneiros

Revista Ensaios Pioneiros

<https://ensaiospioneiros.usf.edu.br>

PEDRO HENRIQUE CAMPELO FELIX

Professor Adjunto

Departamento de Tecnologia de Alimentos

Department of Food Technology

Whatsapp: +55 31 9 8330 6737

pedrocampelo@ufv.br

Campus Viçosa

ANEXO 4



TECNOLOGIA SOCIAL PARA O PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS: LIMITES E POTENCIALIDADES

GUSTAVO COSTA DO NASCIMENTO¹*, NATALI ALCANTARA BRANDÃO², CYBELE AYAKA HAYASHI³, MARIA TERESA PEDROSA SILVA CLERICI¹
¹ Universidade Estadual de Campinas/Unicamp, Campinas, SP; ² gconez@gmail.com;

INTRODUÇÃO

A extensão universitária apresenta-se como “um processo educativo, cultural e científico que articula o ensino e a pesquisa e viabiliza a relação transformadora com a sociedade”. Os cursos de Engenharia de Alimentos apresentam formação com enfoque no ramo industrial, tornando-se um desafio para o trabalho extensionista, sendo necessário o uso de ferramentas de desenvolvimento tecnológico que incluam os grupos sociais, como através da Tecnologia Social (TS). A TS é dada por “um conjunto de técnicas e metodologias, desenvolvidas e aplicadas na interação com a população, representam soluções para inclusão social”.

OBJETIVO

Esse trabalho teve como objetivo identificar os limites e potencialidades de projetos de Tecnologia Social, para estudar como melhorar as práticas extensionistas na Engenharia de Alimentos, pensando na promoção da Segurança Alimentar e Nutricional.

MÉTODOS

A seleção das tecnologias relacionadas ao processamento de alimentos foi realizada no Banco de Tecnologias Sociais, com busca pelos temas “alimentação” e “renda”. Para avaliação foram utilizados os princípios da TS do Instituto de Tecnologia Social: conhecimento, ciência e tecnologia; participação, cidadania e democracia; educação; e relevância social.

RESULTADOS

As tecnologias selecionadas foram a “Casa de Farinha Construída de Barro”, um local de processamento de alimentos que envolve técnicas de bioconstrução e manejo agroflorestal junto às comunidades caiçaras de Ilhabela (São Paulo), e a “Ferramenta Individual para Quebra de Coco Babaçu”, um instrumento tecnológico com objetivo de melhorar a eficiência na quebra do coco, adequada às mulheres quebraadoras do estado do Maranhão. Na Figura 1 está apresentado um esquema com os principais limites e potencialidades apontados nos projetos.



Figura 1. Desenho esquemático dos limites e potencialidades apontados nos projetos de Tecnologia Social (TS).

CONCLUSÃO

A Tecnologia Social mostra-se uma ferramenta importante para o trabalho extensionista, sendo capaz de construir soluções emancipatórias que caminham para produção sustentável, a Soberania Alimentar, manutenção da Segurança Alimentar e Nutricional, e preservação sociocultural dos alimentos e práticas tradicionais. Agradecemos à Fundação Cargill, CNPq e Capes, Faepec-Unicamp.

REFERÊNCIAS

- FBB - FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (b). Casa De Farinha Construída De Barro. Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/casa-de-farinha>. Acesso em: 26 mar. 2023.
- FBB - FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (c). Ferramenta Individual Para Quebra De Coco Babaçu. Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/ferramenta-de-quebra-coco-babacu>. Acesso em: 26 mar. 2022.
- FAPESP. Fórum de Projeções das Instituições Públicas de Educação Superior Brasileiras. Política Nacional de Extensão Universitária. Manaus, maio de 2012.
- ITS - INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. Tecnologia Social e Educação. São Paulo: ITS Brasil, Série “Conhecimento e Cidadania”, n. 3, 2007.

Projeto “Secador solar: estudo como tecnologia social e secagem de especiarias para elaboração de pães artesanais”
 Cybele Ayaka Hayashi (FEA/UNICAMP); Co-orientador Gustavo Costa do Nascimento (FEA/UNICAMP); Co-orientadora Natáli Alcântara Brandão (FEA/UNICAMP); Orientadora Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici (FEA/UNICAMP); Financiamento: FIBICI/Cnpq, Pesquisa - SAE, CAPES, Fundação Cargill.
Palavras-Chave: SECAGEM SOLAR, TECNOLOGIA SOCIAL, ESPECIARIAS

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

- Maior produção de alimentos ⇒ maiores perdas e desperdícios**
 → Busca por tecnologias de aproveitamento e alternativas, que promovam desenvolvimento socioambientalmente sustentável, seguro e comercializável.
 → Secagem: processamento de matérias-primas in natura para produtos estáveis, como as especiarias.
- Tecnologia Social:** construção de conhecimento de forma dialógica e participativa, gerar inovação na comunidade, mais autonomia e soluções sustentáveis para problemas sociais (TS, 2007).
- Especiarias na panificação:** amplo uso e pode proporcionar propriedades benéficas como na redução de sal, nas atividades antioxidantes e bactericidas (GOMES, 2012).
- Objetivos:** Avaliar as potencialidades e limitações do secador solar como tecnologia social; realizar o dimensionamento, construção e aplicação do secador solar para secagem de especiarias adequadas da agricultura familiar e agroecológica regional; avaliação de estabilidade das especiarias; elaborar pães artesanais com as especiarias e avaliação quanto à sua qualidade tecnológica e físico-química.

METODOLOGIA

- Estudo de tecnologias sociais para o processamento de alimentos e avaliação do secador solar como tecnologia social:** ITS (2007).
- Construção do secador solar:** Aço inoxidável (A304 chapa, 1 mm de espessura), 1150 x 850 x 425 mm (comprimento x largura x profundidade), com 2 prateleiras móveis (mesh 4), com pés articulados, inclinação de 15°, três aberturas na parte superior (100 x 100 mm), de entrada e de saída de ar (300 x 100 mm).
- Realização e avaliação da secagem:** especiarias cíclicas no grupo de consumo do Coletivo de Produtoras do pré-assentamento Elizabeth Teixeira (Umira - SP), no centro cultural Casa do Pavão (Campinas) e no Espaço Mandala, o projeto original Horto de Plantas Medicinais da Unicamp. Umidade relativa do ar e as temperaturas aferidas com termômetro em média 8 horas/dia.
- Produção dos pães:** em triplicata, com formulação de pão francês (600g) da Panificadora Britânia Multipane, com adição de 0,5% das especiarias escolhidas (padrão, com gengibre e com mix de ervas).
- Avaliações nos pães:** perda de água, volume específico por método de deslocamento de sementes de painço, unidade por método 925.09 AOAC (2010), atividade de água por Aquabac 4TEV, firmeza do miolo em teste de acordo com AAC 74-09 (n=10), e cor do miolo pelo sistema CIELab. Comparação de médias pelo teste de Scott-Knott, através do software SISVAR com nível de significância de 5%.

RESULTADOS

- Avaliação dos projetos escolhidos:** os limites e potencialidades dos projetos foram esquematizados na Figura 1.

LIMITES

- Não envolvimento das comunidades na etapa de projeção das tecnologias, prejudicando o empoderamento dos(as) usuários(as), podendo gerar dependência de terceiros.
- Ação extensionista assistencialista e individualista.
- Não harmonização do desenvolvimento e uso das tecnologias com o meio ambiente.

POTENCIALIDADES

- Construção com caráter colaborativo (mutirões) em momentos de encontro e reflexão da comunidade para troca de experiências.
- Potencial ecológico construtivo com ausência de transporte e resíduos.
- Atendimento da demanda com melhoria das condições de trabalho.

BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Resolução RDC 216 de 15 de setembro de 2004. Aprova o regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 2004.

GOMES, Isabel Maria Monteiro. Estratégias para a redução do teor de sal no pão através da incorporação de ervas aromáticas e especiarias: perspectiva do consumidor. 2012. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/85042/2/416.pdf>.

ITS - Instituto de Tecnologia Social. Conhecimento e Cidadania. São Paulo, 2007. Disponível em: https://idocs.uvatec.com.br/Site/69_3dca39560e142ca50a12765461b.pdf.

APOIO/AGRADECIMENTOS

Figura 1. Desenho esquemático dos limites e potencialidades apontados nos projetos de Tecnologia Social.



Figura 2. Especiarias secas: A = orzo-pro-moído, B = gengibre moído, C = erva de santa maria, D = agulhão, E = capim santo e F = hibisco (vinagreira). G = Secador solar.

Avaliação dos pães artesanais: não houve diferença significativa dos volumes específicos, umidade e teor de água dos pães; atividade de água foram maiores que 0,90, sendo passíveis de contaminação de bolores e leveduras e por isso, de consumo imediato. Os resultados de cor para o miolo dos pães mostraram as diferenças relacionadas pela especiaria adicionada, alterando os valores de a* e b* (Figura 3).



Figura 3. Produção do pão artesanal com especiarias: A = panificadora automatizada, B = ingredientes preparados e C = resultado final. Registro de fato: D = pão padão, E = pão com mix de especiarias.

CONCLUSÕES

O projeto reforçou a possibilidade do secador solar ser uma ferramenta que atende de forma simples e rápida a demanda para se evitar o desperdício, acreditando-se que melhorias podem ser testadas para aumentar sua eficiência. Esta e outras tecnologias desenvolvidas junto a comunidades interessadas e participativas em sua produção e aplicação (Tecnologia Social), aumentam seu potencial de sustentabilidade socioambiental. A produção de pães artesanais com especiarias secas mostrou-se tecnologicamente viável, além de sua adição de sabor, ser uma forma de aproveitamento de matérias-primas e alternativa de agregação de valor aos pães, com consumo imediato.

ANEXO 5



**Caapiranga (AM):
caminhos culturais e nutricionais do cará**

Gustavo Costa do Nascimento, Bruna Lago Tagliapietra,
Maria Cristina Ferrari, Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici
Departamento de Ciência e Nutrição de Alimentos, Unicamp
gucones@gmail.com



ANEXO 5



ENGENHARIA POPULAR E O PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS

Gustavo Costa do Nascimento, Faculdade de Engenharia de Alimentos - Unicamp, gucones@gmail.com
 Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici, Faculdade de Engenharia de Alimentos - Unicamp, mclerici@unicamp.br

Palavras-chave: Engenharia Popular; Soberania Alimentar; casa de farinha; Amazonas.

Resumo:

O projeto de pesquisa-extensão “Fibras e Amidos de tubérculos ainda não comercializadas industrialmente” (2020 a 2023), financiado pela Fundação Cargill, teve objetivo o estudo de tubérculos do bioma Floresta Amazônica e o trabalho junto ao município de Caapiranga (AM, Brasil).

O cará é um símbolo para a comunidades ribeirinhas e sua valorização caminha para a garantia da Soberania Alimentar das populações amazonenses (NABESHIMA et al., 2022). A Tecnologia Social (TS) pode ser uma ferramenta no trabalho extensionista de engenheiros(as), pois segundo Rios e Lima (2016) ela proporciona uma melhor articulação com a sociedade organizada, com ganho na fixação dos povos em seus territórios e no aumento do consumo de produtos de origem tradicional. Caapiranga vem enfrentando dificuldades com entraves no preço e autonomia de mercado, perdas de colheitas, conservação, comercialização e incentivos fiscais.

Uma das principais experiências foi o desenvolvimento de TS (farinha de cará), essa foi sistematizada e avaliada. Teve-se como ponto de partida as tecnologias e conhecimentos já existentes nas casas de farinha (Figura 1 a, b, c) e através dos conhecimentos construídos foram realizadas adaptações (Figura 1 d, e, f).

Figura 1. Etapas do processamento de macaxeira, sendo A = descascamento, B = fermentação e C = moagem e adaptações para o cará, sendo D = corte, E = escoamento e F = secagem em chapa.



A experiência da casa de farinha mostrou que esse produto pode ser uma alternativa de maior conservação, agregação de valor, menores desperdícios, aplicações alimentícias para geração de renda.

Evidenciou-se a partir desse projeto: a importância de um planejamento participativo; o caráter dialógico nas atividades de educação popular; a necessidade de coletivização para o incentivo à autonomia dos(as) produtores(as) de cará; questões ambientais, como resíduos, utilização da queima e o transporte fluvial; a ligação sociocultural que o município possui com os carás; as limitações de comercialização formal; a divisão sexual do trabalho nos carazais e casas de farinha; dentre outras.

Mostra-se que o trabalho de engenharia junto a coletivos que processam alimentos tem o potencial de gerar produtos mais saudáveis, socio-ambientalmente mais equilibrados, com tecnologias de acordo com suas necessidades e junto a seus conhecimentos desenvolvidos culturalmente por gerações, e que a TS pode ser uma ferramenta importante no trabalho desses grupos ligado a valorização e transformação de alimentos regionais.

Referências

NABESHIMA, E. H.; NASCIMENTO, G. C.; TAGLIAPIETRA, B. L.; NEVES, E. A.; FERRARI, M. C.; MORO, T. M. A.; MELO, B. G.; BRANDÃO, N. A.; SCARTON, M.; CAMPELO, P. H.; CLERICI, M. T. P. S. Tecnologia de Tubérculos, In: *Bioquímica e Tecnologia de Alimentos de Origem Vegetal*. Vol. 1. Org: DALA-PAULA, B. M.; CLERICI, M. T. P. S. Universidade Federal de Alfenas, 2022.
 RIOS, D. M. S., LIMA, J. R. O. A prática da extensão universitária como incentivadora da tecnologia social. *Revista Brasileira de Tecnologias Sociais*, v. 3, ed. 1, p. 93, 2016. <https://doi.org/10.14210/rbts.v3n1.p93-100>.

ANEXO 5

10/03/2023, 00:06

Gmail - [Convite] Revista Internacional de Extensão da Unicamp



Gustavo C. Nascimento <gucones@gmail.com>

[Convite] Revista Internacional de Extensão da Unicamp

Proec <proec@unicamp.br>

10 de janeiro de 2023 às 10:03

Para: gucones@gmail.com

Prezados(as) autores(as) do trabalho "Caapiranga (AM): caminhos culturais e nutricionais do cará"

Bom Dia

Em nome da Comissão Científica do 4º Congresso de Extensão e Cultura da Unicamp, temos a satisfação de informar que seu trabalho foi selecionado para o formato pleno da nossa Revista Internacional de Extensão da Unicamp.

O template para escrita do trabalho encontra-se anexo a este e-mail.

O prazo para envio é 31/março/2023 (enviar para o email: proec@unicamp.br).

Informamos ainda que o trabalho será revisado por pares antes do aceite final.

Cordialmente

Pró-Reitoria de Extensão e Cultura - Unicamp

 **template_RIEU_2022 (1).doc**
94K