



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA



LETICIA ORSI ZUIN

AVALIAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS DO
INHAME *IN NATURA* E APÓS PROCESSOS DE
DESIDRATAÇÃO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

UBERLÂNDIA

2023

LETICIA ORSI ZUIN

AVALIAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS DO
INHAME *IN NATURA* E APÓS PROCESSOS DE
DESIDRATAÇÃO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Santa Mônica.

Orientador (a): Prof.^a Dr.^a Larissa Nayhara Soares Santana Falleiros

UBERLÂNDIA

2023

Leticia Orsi Zuin

AVALIAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS DO
INHAME *IN NATURA* E APÓS PROCESSO DE SECAGEM:
UMA REVISÃO DA LITERATURA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Santa Mônica.

Orientador (a): Prof.^a Dr.^a Larissa Nayhara Soares Santana Falleiros

Uberlândia, 24 de novembro de 2023

BANCA EXAMINADORA:

Prof.^a Dr.^a Larissa Nayhara Soares Santana Falleiros
Engenharia Química / FEQUI – UFU

Prof. Dr. Danylo de Oliveira Silva
Engenharia Química / FEQUI - UFU

Ma. Adrielle Aparecida Paulista Ribeiro
Engenharia Química / FEQUI - UFU

Dedicatória:

Dedico este trabalho a todas as pessoas que foram fundamentais na minha jornada acadêmica, guiando-me com sabedoria e apoio incondicional, principalmente à minha avó Maria Encarnacion Ribeiro Orsi (*in memoriam*), seu apoio, incentivo e crença em mim foram inestimáveis.

Agradecimentos:

Aos meus pais, Liliani Patrícia Orsi e André Renato Zuin, os quais sempre me apoiaram emocionalmente e me encorajaram constantemente para a conclusão dessa etapa, sendo meu porto seguro.

À minha irmã Isabela Orsi Zuin, que sempre esteve ao meu lado compartilhando momentos de alegrias e conquistas, minha eterna amiga.

Aos meus tios, Lourdes Cristina Orsi, Lisete Orsi, Luis Fernando Orsi e Luci Mari Orsi, os quais foram fontes constantes de incentivo e de palavras de carinho e amor.

À minha prima Flavia Orsi Rossi, que esteve presente em todas as dificuldades e conquistas, sempre ao meu lado.

Aos meus familiares e amigos, que sempre acreditaram em mim e me incentivaram a seguir em frente, mesmo com tamanhos desafios.

À Professora Dr.^a Larissa Nayhara Soares Santana Falleiros pelo tempo e conhecimento dedicados para me orientar durante todo o processo de escrita deste TCC.

A todos os meus professores, os quais me proporcionaram grandes ensinamentos e experiências ao longo da minha trajetória acadêmica.

RESUMO

O inhame, tubérculo com mais de 600 espécies, possui um grande valor nutricional além de diversos compostos bioativos benéficos para o ser humano, sendo uma excelente fonte de energia. Cientificamente comprovado, seus compostos bioativos têm atividades antioxidantes, neutralizador de radicais livres, atividades neurológicas, efeito hipoglicemiante e anti-hipertensivo. Sua produção ainda é restrita no Brasil prejudicando o alcance de seu consumo; por isso uma alternativa é a aplicação do processo de secagem, o que melhora a conservação do tubérculo, porém, nesse processo há uma grande geração de resíduos, principalmente da casca do inhame, ocasionando um problema ambiental. E através de estudos já realizados nos últimos 15 anos, selecionando-se as fontes criteriosamente, com a análise do título, resumo e conteúdo completo, seguindo os critérios predefinidos, neste trabalho, o foco foi compreender como o crescimento da indústria química e o desenvolvimento de novos produtos pode estar atrelado à utilização das cascas do inhame. Mas além da avaliação das destinação dos resíduos gerados, o presente trabalho teve como objetivo investigar a possibilidade de a composição de compostos bioativos do inhame ser a mesma da casca, em termos quantitativos e qualitativos. Observando então, que há possibilidade dos resíduos possuírem alto grau de compostos bioativos, porém há lacunas em termos de técnicas de análises para a quantificação desses compostos bioativos no inhame e de pesquisas do tema, sendo necessário que haja maiores investimentos em estudos mais aprofundados para explorar todo o potencial do inhame de forma abrangente e eficaz.

Palavras-chaves: tubérculos, casca de inhame, dioscorina, dioscina, alantóina, diosgenina, reaproveitamento, indústria química, desenvolvimento de produtos.

ABSTRACT

Yam, a tuber with more than 600 species, has great nutritional value in addition to several bioactive compounds beneficial to humans, being an excellent source of energy. Scientifically proven, its bioactive compounds have antioxidant activities, neutralizing free radicals, neurological activities, hypoglycemic and anti-hypertensive effects. Its production is still restricted in Brazil, harming the scope of its consumption; Therefore, an alternative is to apply the drying process, which improves the conservation of the tuber, however, in this process there is a large generation of waste, mainly from the yam peel, causing an environmental problem. And through studies already carried out in the last 15 years, selecting sources carefully, with analysis of the title, summary and complete content, following the predefined criteria, in this work, the focus was to understand how the growth of the chemical industry and the development of new products may be linked to the use of yam peels. But in addition to evaluating the destination of the waste generated, the present work aimed to investigate the possibility that the composition of bioactive compounds in the yam is the same as that of the peel, in quantitative and qualitative terms. Noting then, that there is a possibility that the residues contain a high degree of bioactive compounds, however there are gaps in terms of analytical techniques for quantifying these bioactive compounds in yam and research on the topic, requiring greater investment in more in-depth studies to explore the full potential of yam in a comprehensive and effective way.

Keywords: tubers, yam peel, dioscorin, dioscin, allantoin, diosgenin, reuse, chemical industry, product development.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E QUADROS

Figura 1 - O tubérculo inhame e suas raízes.....	14
Figura 2 - Evolução sobre a área plantada de inhame, em ha, no Brasil e no mundo, em relação aos anos de 1970 a 2008.	16
Figura 3 - Estrutura química da dioscorina.	19
Figura 4 - Radical livre atacando as células saudáveis do corpo.	20
Figura 5 - Representação do labirinto de Morris.....	21
Figura 6 - Estrutura química da dioscina.....	22
Figura 7 - Ilustração do acúmulo de placas de LDL em uma artéria.....	22
Figura 8 - Estrutura química da alantoína	23
Figura 9 - Estrutura química da diosgenina.....	24
Figura 10 - Estágio do apoptose em células cancerígenas.....	24
Figura 11 - Fluxograma de processamento de pó de inhame	26
Quadro 1 - Tabela referentes as propriedades dos compostos bioativos e dos possíveis efeitos causadores pela secagem.	29

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	OBJETIVOS	12
2.1.	Objetivos específicos.....	12
3.	ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	13
4.	CARACTERÍSTICAS DO INHAME E SEU POTENCIAL.....	14
4.1.	O tubérculo inhame	14
4.2.	A produção de inhame.....	15
4.3.	O potencial de aplicação na indústria.....	17
5.	COMPOSTOS BIOATIVOS	18
5.1.	Dioscorina	19
5.2.	Dioscina.....	21
5.3.	Alantoína	23
5.4.	Diosgenina.....	24
5.5.	Metodologias para quantificação de compostos bioativos	25
6.	LIOFILIZAÇÃO E DESIDRATAÇÃO.....	Erro! Indicador não definido.
6.1.	Efeito do processo de secagem nos compostos bioativos	27
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	30

1. INTRODUÇÃO

É imprescindível que a alimentação desempenha um papel crucial na saúde e bem-estar populacional. A ingestão de nutrientes ideais é essencial para o funcionamento adequado do organismo humano, além de influenciar diretamente na qualidade de vida. Dentre os alimentos que podem trazer benefícios significativos, destaca-se o inhame, um tubérculo rico em nutrientes e compostos bioativos. E não somente na alimentação, o destaque pode se dar para a utilização do inhame em diversas áreas de produção, sendo elas, a área farmacêutica, de cosméticos etc.

A quantidade produzida do tubérculo no Brasil, segundo dados do **IBGE (2017)**, é de 104.285 toneladas, sendo o estado do Espírito Santo seu maior produtor e contribuindo com aproximadamente 32% do valor de produção total do país.

Os compostos bioativos exibem estruturas moleculares complexas, nas quais as cadeias podem conter um ou mais grupos funcionais. Estes grupos funcionais desempenham um papel crucial nos efeitos terapêuticos associados aos produtos naturais. Esses compostos são categorizados em diferentes grupos de acordo com suas características químicas semelhantes, abrangendo classes como terpenos, triterpenos, taninos, saponinas, flavonoides, alcaloides, entre outros. Essa diversidade química reflete-se na ampla gama de propriedades biológicas e potenciais benefícios à saúde que esses compostos podem oferecer (**Carvalho et al., 2002**).

O inhame é um tubérculo conhecido popularmente por ser um alimento funcional graças aos benefícios causados pelos compostos bioativos. Dentre eles, encontra-se a saponina, com ação anti-inflamatória e antiviral; os fitoesteróis que possuem papel importante na redução dos níveis de colesterol e com isso diminui a possibilidade de problemas cardiovasculares; os alcaloides, os quais possuem ação no sistema nervoso, sendo caracterizados como calmantes, sedativos, anestésicos e analgésicos; e os flavonóis, que possuem ação antioxidante, anti-inflamatória, anti-alergênica e anti-carcinogênica (**Uaila, 2015; Séjourné, 2009; Lopes et al., 2000**).

Porém, umas das principais problemáticas em torno do tubérculo é a questão da conservação. Grande parte da produção resultante do cultivo de alimentos a nível mundial é perdida devido a contaminações e infestações antes de chegar ao consumidor. Uma das alternativas encontrada para aumentar o consumo do inhame de forma global é a utilização do processo de secagem, tornando o tubérculo uma farinha, facilitando seu transporte e garantindo sua qualidade. A evolução da tecnologia de secagem tem sido notável, passando desde a utilização simples da energia solar até os métodos tecnologicamente avançados atualmente disponíveis.

O processo de produção da farinha de inhame triturado consiste em algumas operações, que são mecanizadas. O processo básico consiste na seleção do inhame, na pesagem, lavagem, descascamento do tubérculo, processo que gera as cascas como resíduo, corte, pré-cozimento do inhame, secagem e moagem do tubérculo seco, e por fim, embalagem e selagem da farinha (**Odiior e Oyawale, 2012**).

Então, é importante, considerar a geração de resíduos alimentares, como as cascas do inhame no processo de secagem, e o impacto social associado a isso. A valorização dos resíduos alimentares é fundamental. No caso do inhame, as cascas podem ser utilizadas para diversos fins, tornando o processo sustentável e desenvolvendo novos produtos tecnológicos e funcionais.

Os excedentes provenientes da indústria alimentícia abrangem quantidades consideráveis de cascas, sementes e similares. Esses componentes atuam como uma fonte viável de proteínas, enzimas e óleos essenciais, passíveis de serem recuperados **(Coelho, Leite, Rosa et al., 2001)**.

A indústria química enfrenta desafios crescentes relacionados à sustentabilidade, eficiência e redução de resíduos. Em particular, o processo de secagem do inhame gera uma quantidade significativa de resíduos, como as cascas, que muitas vezes são subutilizadas e descartadas. No entanto, esses resíduos podem conter compostos bioativos valiosos com propriedades benéficas para a saúde. Portanto, a justificativa para a realização desta pesquisa reside na necessidade de explorar o potencial não aproveitado desses resíduos, podendo, então, agregar no conhecimento científico e no incentivo ao desenvolvimento de novos produtos.

2. OBJETIVOS

Proporcionar uma base sólida e abrangente de conhecimento sobre o inhame e seus compostos bioativos, dos métodos de secagem do tubérculo e a geração de resíduos desse processo.

2.1. Objetivos específicos

- Realizar uma revisão detalhada da literatura sobre os compostos bioativos presentes no inhame, incluindo polifenóis, flavonoides, saponinas, entre outros, descrevendo suas propriedades e benefícios para a saúde.
- Analisar os métodos de secagem utilizados na indústria, com foco na geração de resíduos do processo de descascamento, descrevendo o método e os potenciais impactos na preservação de compostos bioativos.
- Explorar a importância da preservação de compostos bioativos na indústria, destacando as oportunidades relacionadas ao desenvolvimento de novos produtos à base de inhame.
- Revisar estudos científicos e técnicas analíticas utilizadas para a avaliação de compostos bioativos em alimentos.
- Sintetizar as informações obtidas na revisão da literatura, destacando as lacunas no conhecimento existente e as áreas que merecem atenção especial na avaliação de compostos bioativos em resíduos de inhame após o processo de secagem.
- Estabelecer uma base sólida e contextualizada para pesquisas subsequentes, as quais envolverão coleta e análise de dados empíricos relacionados ao tema.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para a condução desta revisão da literatura, foram seguidos métodos rigorosos com o objetivo de mapear e analisar a literatura e as pesquisas disponíveis de maneira abrangente e sistemática.

Inicialmente, desenvolveu-se o escopo da revisão, enfocando a avaliação dos compostos bioativos do inhame, os processos de secagem aplicados no tubérculo e suas gerações de resíduos, o potencial industrial do inhame e possíveis análises quantitativas de compostos bioativos.

A estratégia de busca foi desenvolvida, abrangendo diversas bases de dados acadêmicas e catálogos de bibliotecas online, como repositórios institucionais e o portal de periódicos da Capes, com uso de palavras-chave relacionadas ao tema, como “inhame”, “compostos bioativos”, “dioscorina”, “dioscina”, “resíduos de inhame”. Foram aplicados critérios de inclusão que consideraram o período de publicação, com prioridade para estudos recentes considerando os últimos 15 anos, e os tipos de fonte, com ênfase em artigos científicos, livros e teses.

A seleção das fontes foi realizada com a análise do título, resumo e conteúdo completo, seguindo os critérios predefinidos. Para a organização e análise da informação, as fontes selecionadas foram agrupadas em categorias temáticas, permitindo a identificação de tendências, lacunas e convergências na literatura. Esse enfoque metodológico detalhado garantiu uma revisão abrangente e confiável, proporcionando a base sólida necessária para a fundamentação teórica do presente trabalho.

4. CARACTERÍSTICAS DO INHAME E SEU POTENCIAL

4.1. O tubérculo inhame

O inhame, pertencente à família *Dioscoreaceae* e ao gênero *Dioscorea*, engloba mais de 600 espécies, sendo que 14 delas têm seus tubérculos utilizados como alimento (**Bressan, 2005**). Sua produção, notadamente concentrada na Região Nordeste do Brasil, é popularmente conhecida como cará, uma denominação de origem indígena. Estima-se que no país existam de 150 a 200 espécies de *Dioscorea*, o único gênero da família *Dioscoreaceae* presente em todas as regiões, desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul (**Pedralli, 2002**).

O inhame, observado na Figura 1, é uma planta de hortaliça com uma única semente folhosa que persiste por várias estações. Seu caule aéreo é flexível e pode ou não ter espinhos ou pequenos bulbilhos nas axilas das folhas. Os caules variam de finos a robustos, frequentemente formando uma rede sobre outras plantas. Além disso, existem espécies de inhame que crescem de forma ereta e têm uma natureza herbácea (**Barroso et al., 1974; Pedralli, 1999**).

Figura 1 - O tubérculo inhame e suas raízes.



Fonte: Governo do Estado do Espírito Santo.

O inhame pode ser propagado através de tubérculos ou rizomas cortados, também é possível propagá-lo usando sementes, conforme citam **Montaldo (1971)** e **Seagri (2002)**. As espécies *D.trifida* e *D. bulbifera* são capazes de produzir sementes verdadeiras, ao contrário das outras espécies alimentícias tropicais que não produzem regularmente sementes. Este método de propagação é muito importante para fins de melhoramento genético, mas não para a produção comercial de inhame.

O inhame é plantado no início da estação chuvosa, de outubro a novembro. O solo deve ser solto e profundo para estimular o bom desenvolvimento dos tubérculos. Os tubérculos devem ser inteiros ou triturados, pesando entre 100 e 150 gramas. O

assentamento dos tubos é feito manualmente, o que impede a produção em grande escala, pois exige mão de obra e é um processo lento (**Brandão, 2018**).

O tubérculo tem em sua composição nutricional elevado valor calórico, sendo rico em proteínas e elementos como fósforo e potássio, minerais essenciais para o desenvolvimento nutricional humano.

Quanto aos benefícios, o inhame é conhecido por aumentar a imunidade, a saúde da mulher e é rico em vitaminas e fibras. Na China antiga, o inhame tem sido utilizado para fins medicinais desde a antiguidade, prometendo melhorar o funcionamento do sistema e ser útil no tratamento de certas doenças (**Lin, 2009**). A Revista Brasileira de Plantas Mediciniais (2019) e especialistas da área consideram o tubérculo um excelente alimento saudável por conter diversos compostos bioativos.

Muitos estudos como de **Sa et al. (2001)** e **Liu et al. (2007)**, fornecem evidências de efeitos antioxidantes, neutralizadores de radicais livres, neurológicos, hipoglicêmicos e anti- hipertensivos de compostos bioativos em inhame.

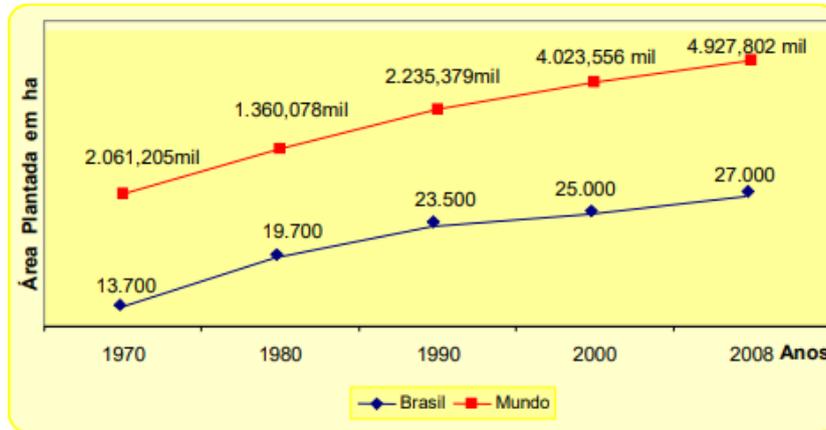
4.2. A produção de inhame

A principal força motriz da economia brasileira é a indústria agrícola. A agricultura brasileira é altamente considerada geradora de empregos, riquezas e alimentos. O empreendimento agrícola é considerado o principal vetor de crescimento econômico do Brasil. Em 2020, a quantidade de bens e serviços produzidos na agricultura foi de 1,98 trilhão de reais, ou 27% do PIB do Brasil. Entre os segmentos, o maior é o setor agropecuário, responsável por 70% desse valor (R\$ 1,38 trilhão), a pecuária 30%, ou R\$ 602,3 bilhões (**CNA Brasil, 2021**).

Porém, a produção de inhame no Brasil ainda é um desafio agrícola, que impacta social e economicamente o país. Apesar do Brasil ter condições climáticas e de solo favoráveis ao cultivo desse tubérculo, a produção ainda é relativamente limitada, como mostrado na Figura 2, a qual há dados adaptados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura sobre a área plantada de inhame no Brasil e no mundo no período de 1970 a 2008. Segundo **Nascimento et al. (2022)**, a taxa de crescimento anual da cultura é estimada entre 5% a 8%.

Além disso, foi possível analisar os dados fornecidos pela Embrapa Territorial, em 2016, a qual calculou a área cultivada do País, que foi em torno de 65.913.738 hectares. Já, segundo dados do IBGE – Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, em 2022 a área plantada foi de 88.387.780 hectares, obtendo um aumento de 34% em 6 anos. Considerando também, a taxa de crescimento anual da cultura do tubérculo, estima-se que em 2016 a área destinada para plantação de inhame foi de 44.864,88 ha e em 2022 foi de 65.201,6 ha. Ou seja, a área destinada para produção de inhame, em 2016, foi de aproximadamente 0,06% e em 2022 foi de 0,07%. Para a diferença de 6 anos, essa variação é considerada baixa, mostrando a falta de incentivo em tecnologias agrícolas que beneficiem o aumento da produção do tubérculo no país.

Figura 2 - Evolução sobre a área plantada de inhame, em ha, no Brasil e no mundo, em relação aos anos de 1970 a 2008.



Fonte: Adaptado de FAO (2009).

Diversos fatores contribuem para essa situação, incluindo a falta de incentivos financeiros e técnicos para os agricultores, a falta de investimento em pesquisa e desenvolvimento de variedades mais produtivas e a escassa divulgação do inhame como alimento saudável e versátil.

Dados do Censo Agropecuário Brasileiro do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) indicam que apenas o Sudeste é responsável por quase 56% da produção total do País. Entretanto o Nordeste brasileiro vem ascendendo, sendo responsável por uma produção que gira em torno de 39 mil toneladas por ano, já alcançando pouco mais de 38% da produção do país. A espécie predominantemente cultivada é a *Dioscorea cayennensis* (IBGE, 2009).

Os principais países produtores na África são a Nigéria, Costa do Marfim e Gana com 73% da produção mundial e produtividade de 9,4 toneladas/hectare; na América, o Brasil, Colômbia, Haiti e Venezuela com produtividade de 7,3 toneladas/hectare; na Ásia o Japão e Filipinas com 9,8 toneladas/hectare e na Oceania a Papua Nova Guiné com 13,8 toneladas/hectare (Santos e Macedo, 2002). E após 19 anos, de acordo com o ITC Trademap, em 2021, Gana, Estados Unidos, Jamaica, Colômbia, China, Costa Rica e Índia foram os principais exportadores globais de inhame, contabilizando 447.6200 toneladas avaliadas em US\$ 199.179 mi.

A produção de inhame é frequentemente uma atividade de caráter familiar no Brasil, sendo cultivado em pequenas propriedades rurais por agricultores que, muitas vezes, passam o conhecimento sobre o cultivo de geração em geração. A natureza desse cultivo torna-o uma importante fonte de subsistência para muitas famílias, contribuindo para a manutenção de tradições agrícolas e o fortalecimento da agricultura de base familiar.

Já em relação ao consumo, ele é considerado baixo e isso é devido, em grande parte, à falta de divulgação desse alimento e à escassa incorporação de receitas que o utilizam na dieta cotidiana. Embora o inhame seja uma fonte rica em nutrientes, como vitaminas, minerais e fibras, muitas pessoas desconhecem seus benefícios e, conseqüentemente, não o incluem em suas refeições de forma regular.

4.3. O potencial de aplicação na indústria

Os padrões de consumo passaram por grandes revoluções nos últimos anos. O crescimento populacional e a busca por métodos de consumo sustentáveis mostram o enorme potencial da indústria vegana. Dados da Euromonitor International, o principal fornecedor independente de pesquisas estratégicas de mercado do mundo, estimam as vendas de produtos vegetarianos e veganos em 51 bilhões de dólares, mostrando que produtos com ingredientes de origem vegetal possuem uma elevada tendência de crescimento (Goes, 2023).

O inhame tem muitas aplicações industriais e é objeto de pesquisas em diversas áreas, como apresentado por Nunes (2009), que estudou sobre a obtenção de amido de inhame, Maria Pennachin (2019), que desenvolveu a palha biodegradável, material comestível e produto feito de inhame maleável em 2018; e o Dr. Russell Marker, que em meados da década de 1940 conduziu pesquisas sobre hormônios a partir dos tubérculos. As empresas com mais patentes/pedidos de patentes utilizando inhame são L'Oréal (França), Standard Foods (Taiwan) e Sumitomo Chemicals (Japão) (Epping, 2020).

Na indústria alimentícia, pode ser processado em produtos como farinhas, purês e salgadinhos saudáveis. Além disso, a capacidade de produzir amido torna o tubérculo um ingrediente valioso em produtos de panificação e na produção de espessantes e estabilizantes alimentares. Comprovado por estudos realizados por Oliveira (2018), que elaborou receitas de pães tendo como receita a farinha de inhame, substituindo assim a farinha de trigo, com o objetivo de proporcionar ao produto uma alternativa de consumo para pessoas com doença celíaca. Como resultado, foram encontradas formulações com boa consistência e as análises sensoriais aplicadas demonstraram boa aceitação do público. Desta forma, podemos afirmar que é possível produzir pão de qualidade sem glúten.

Esta abordagem não só atende às necessidades das pessoas com intolerância ao glúten, mas também oferece uma opção saudável e deliciosa a um público mais vasto, contribuindo assim para diversificar a oferta de produtos no mercado real. Além disso, cientistas exploram o inhame para desenvolver medicamentos, devido às propriedades antimicrobianas e antioxidantes de seus compostos bioativos. Por exemplo, uma empresa farmacêutica, Syntex Corporation, formada em 1944 e integrada no grupo Roche em 1994, sintetizou a cortisona a partir da diosgenina, fitoesteróide contido no inhame mexicano (SYNTEX).

Historicamente, o tubérculo foi utilizado no tratamento de doenças como febre amarela, dengue e gripe H1N1. Segundo a farmacêutica homeopática Áurea Hokama, é um dos alimentos medicinais mais eficazes que se conhece e tem como principal característica a capacidade de desintoxicar e purificar o sangue (Console, 2018).

Não somente, pesquisadores investigaram o potencial do inhame na remediação de solos contaminados por metais pesados, devido à sua capacidade de acumular esses elementos. Ogwuche (2023) analisou solos contaminados por petróleo bruto e avaliou parâmetros como teor de umidade do solo, carbono orgânico total, pH e teor de hidrocarbonetos totais antes e depois da remediação obtendo ótimos resultados em relação à atuação remediadora da casca de inhame. Por meio do cultivo de inhame em solos poluídos, a planta extrai e acumula essas substâncias tóxicas em suas raízes, contribuindo para a descontaminação do solo. Além disso, o inhame, com seu sistema

radicular vigoroso, também ajuda a melhorar a estrutura do solo, aumentando sua qualidade e fertilidade.

Além do uso na alimentação, o amido de inhame tem algumas aplicações industriais, podendo apresentar utilização na indústria de cosméticos. Seu grânulo muito pequeno torna-o ideal na formulação de cosméticos em forma de pó facial e em preparações em pó com sistema de dispersão em aerossol, além do potencial do amido de inhame na fabricação de plásticos biodegradáveis (**Santos, 2001**).

Portanto, como observado, o inhame é uma matéria-prima versátil que oferece oportunidades para inovações na indústria e na pesquisa científica, demonstrando uma alta eficiência na substituição de ingredientes de origem animal. Ou seja, é notável a grande aplicabilidade do inhame, porém ainda é pouco explorado em grande escala.

5. COMPOSTOS BIOATIVOS

A preocupação com a saúde e a busca por melhoria dos hábitos alimentares vêm crescendo cada vez mais na população brasileira. Principalmente pós-pandemia, em que muitos ainda sofrem com as consequências, é disparado a procura de uma alimentação saudável e a inserção de alimentos funcionais nas refeições diárias.

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (**Anvisa, 2008**), o termo alimento “é toda substância ou mistura de substâncias, no estado sólido, líquido, pastoso ou qualquer outra forma adequada, destinada a fornecer ao organismo humano os elementos normais, essenciais à sua formação, manutenção e desenvolvimento”. Já o termo “alimentos funcionais” pode ser definido como alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais ou de saúde, além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, produzir efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica (**Anvisa, 1999**).

Já o termo substância bioativa, ou composto bioativo, é definido como um nutriente ou não nutriente consumido normalmente como componente de um alimento, que possui ação metabólica ou fisiológica específica no organismo humano (**Anvisa, 2018**).

Deve-se ressaltar que, diferentemente dos nutrientes, os compostos bioativos não causam nenhuma deficiência no organismo se forem mal absorvidos. Isso ocorre porque os nutrientes fornecem energia, seja ela utilizada pelo organismo para apoiar o crescimento, o desenvolvimento e/ou a manutenção da saúde. Os compostos bioativos têm efeito modular em determinadas funções do organismo, otimizando-as (**Figueiredo, 2015**).

Os compostos bioativos encontrados em alimentos funcionais possuem alvos fisiológicos específicos no local de ação, regulando a capacidade antioxidante, bem como processos inflamatórios e mutagênicos. Os compostos bioativos podem ser de origem animal (ácidos graxos ômega-3, ácidos graxos conjugados), de origem vegetal (carotenoides, fitoesteróis, terpenos, compostos fenólicos) ou microrganismos (**Oliveira e Bastos, 2011**). Os compostos bioativos identificados que conferem funcionalidade aos alimentos incluem carboidratos indigeríveis (fibras solúveis e insolúveis), antioxidantes (como polifenóis, carotenoides, tocoferóis, tocotrienóis, fitoesteróis, isoflavonas, compostos organossulfurados), esteróides vegetais e fitoestrógenos (**Chaves, 2015**).

Os principais compostos biologicamente ativos são os carotenoides, que possuem atividade antioxidante e são abundantes em frutas e vegetais; os compostos fenólicos, que têm a capacidade de eliminar radicais livres graças às suas propriedades antioxidantes e capacidade de interagir com proteínas, vitaminas e minerais; e os fitoesteróis que desempenham um papel na redução do risco de doenças cardíacas (Ozana, 2014).

Por conta de todos esses benefícios, a indústria alimentícia tem respondido de diversas formas à crescente demanda por alimentos enriquecidos com compostos bioativos para atender às necessidades dos consumidores que buscam uma alimentação mais saudável e funcional. E muitas empresas alimentares fortificam os seus produtos com compostos bioativos. Por exemplo, adicionando vitaminas, minerais e antioxidantes aos cereais matinais, leite, suco e até mesmo a alimentos preparados, como barras de granola (Allen et al. 2006).

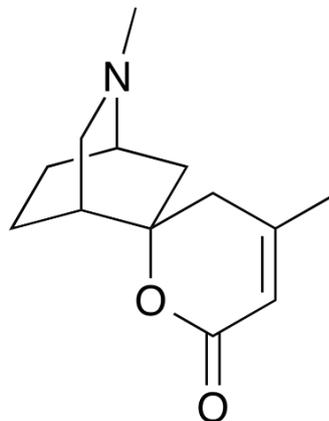
Apesar do conhecimento popular dos benefícios do inhame e de suas propriedades funcionais, no Brasil há poucos estudos que comprovam cientificamente a ação dos compostos bioativos no organismo humano. Porém, vários autores, principalmente da China, já divulgaram seus estudos e resultados em diversas espécies do tubérculo, explorados a seguir.

5.1. Dioscorina

A dioscorina é a principal proteína de armazenamento dos tubérculos de inhame, constituída por polipéptidos, moléculas de vários aminoácidos ligados, com peso molecular de cerca de 31 kDa. As proteínas de armazenamento têm sido aceitas como reservas nutricionais. Eles permitem que as plantas sobrevivam durante períodos de condições adversas ou entre as estações de crescimento e fornecem nutrientes para apoiar o crescimento de novas plantas na forma de mudas ou brotos (Gaidamashvili, 2004)

Bioquimicamente, a dioscorina, estrutura química observada na Figura 3, de diversas espécies do gênero *Dioscorea spp.* exibe mudanças estruturais e moleculares, tanto em nível de espécie quanto de variedade, e devido ao crescimento em diferentes tipos de solo (Lu et al., 2012).

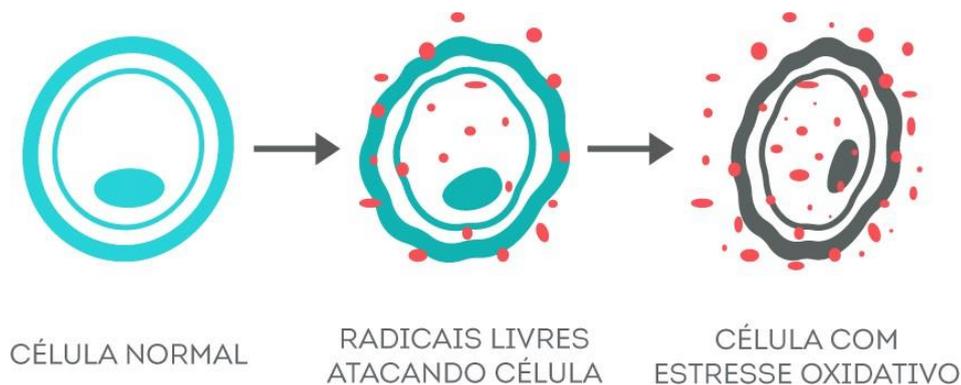
Figura 3 - Estrutura química da dioscorina.



Uma das principais atividades associadas à proteína dioscorina é a sua atividade antioxidante. Os antioxidantes são substâncias que têm a capacidade de neutralizar ou

minimizar os danos causados pelos radicais livres, que são moléculas instáveis que contêm elétrons desemparelhados e podem danificar células, proteínas, lipídios fazendo com que o DNA passe por um processo chamado estresse oxidativo, exemplificado na Figura 4. Estes danos estão ligados a uma série de doenças, incluindo câncer, doenças cardíacas, envelhecimento prematuro e doenças neurodegenerativas (Fusco, 2019).

Figura 4 - Radical livre atacando as células saudáveis do corpo.



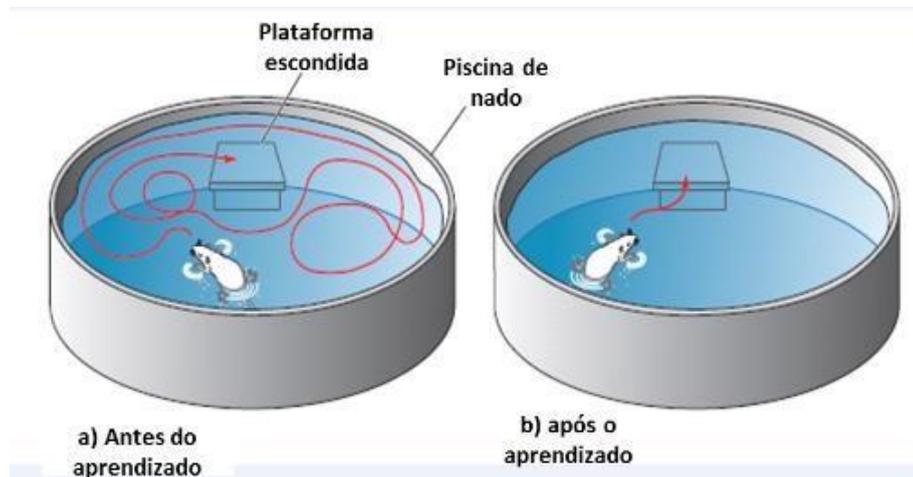
Fonte: da Cunha (2020).

Ademais, o aumento das doenças crônicas e degenerativas transformou a morbidade e a mortalidade da população global nas últimas décadas. As doenças neurodegenerativas são muito comuns, especialmente em pessoas idosas, sendo a doença de Parkinson a segunda mais comum, afetando cerca de 1% pessoas com mais de 60 anos (Sapelli, 2023). Também, segundo a Organização Mundial de Saúde (2021) existem 35,6 milhões de pessoas com Doença de Alzheimer no mundo, sendo que o número tende a dobrar até o ano de 2030 e triplicar até 2050.

Então, diversos autores apresentaram que o tubérculo é rico em compostos com função antioxidante. Hou et al. (2001) estudaram a capacidade antioxidante da proteína de estocagem do inhame, a dioscorina. Os cientistas analisaram uma única banda da dioscorina de 32 kDa e através do método espectrofotométrico, notaram os efeitos de eliminação de radicais livres.

Além disso, Chiu et al. (2009), testaram, a capacidade neuroprotetora do inhame, analisando o efeito da dioscorina. Os autores manipularam ratos com senescência induzida por D-galactose e compararam com ratos tratados com o inhame. A capacidade de aprendizagem e de memória foram analisadas utilizando o labirinto de Morris, mostrado na Figura 5, no qual o animal deve encontrar a plataforma, e mede-se o tempo que ele leva para realizar esta tarefa em dias sucessivos. Resultados comprovaram que os animais tratados com a proteína apresentaram uma maior capacidade de aprendizagem e memorização, sugerindo, então, o benefício do inhame em tratamentos de prejuízos cognitivos.

Figura 5 - Representação do labirinto de Morris.



Fonte: Bear et al. (2007).

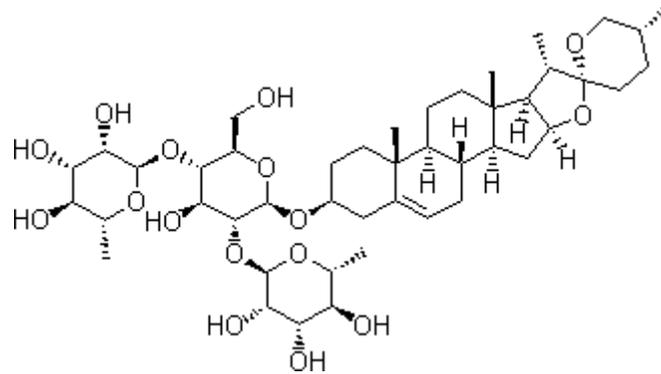
O inhame não só tem efeitos antioxidantes e neuroprotetores positivos, mas também tem efeitos imunomoduladores. Os imunomoduladores são moléculas capazes de influenciar mecanismos de resposta imune com o objetivo de estimular respostas naturais e/ou específicas e regular respostas hiperativas (**Becker et al. 2021**).

Liu et al. (2007) citaram dioscorinas purificadas em análises *in vitro*, e elas apresentaram habilidade imunomodulatória devido ao estímulo de produção de óxido nítrico, aumento da fagocitose e da produção de citocinas. Já alguns testes *in vivo*, evidenciaram um aumento benéfico da fagocitose de células e da proliferação de células linfóides de ratos, ou seja, o aumento do mecanismo responsável pela remoção de patógenos e restos celulares.

5.2. Dioscina

A dioscina, molécula observada na Figura 6, é pertencente ao grupo das saponinas, um grupo de glicosídeos encontrados nas plantas, cuja propriedade mais comentada é a capacidade de formar espuma em soluções aquosas. A presença de saponinas foi relatada em mais de 100 famílias de plantas, das quais pelo menos 150 saponinas naturais foram descritas como tendo propriedades anticancerígenas significativas (**Wykowski, 2012**).

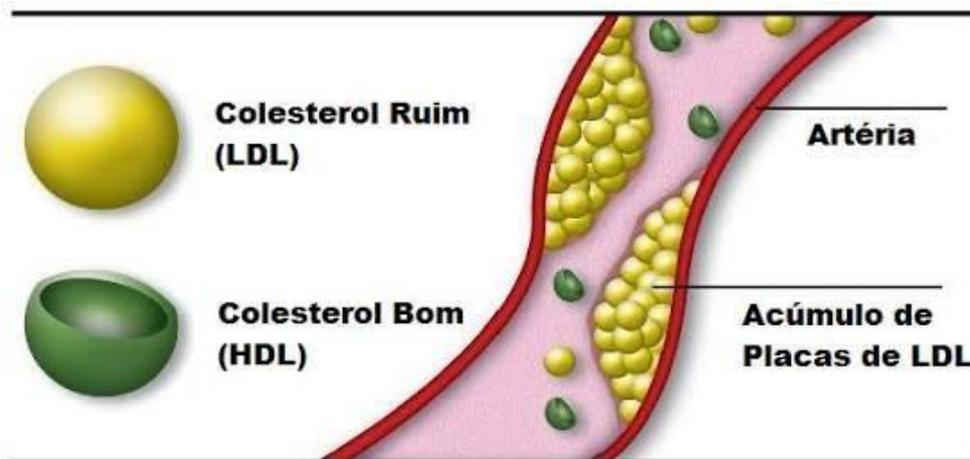
Figura 6 - Estrutura química da dioscina.



Dentre as atividades das saponinas mais citadas na literatura científica, encontram-se as atividades hemolítica, anti-inflamatória, antifúngica, antibacteriana, atividade antiparasitária, citotóxica/anticancerígena e atividade antiviral (Sparg, 2004). Por exemplo, a raiz de ginseng (*Panax ginseng* CAMeyer, Araliaceae), a qual possui a dioscina em seus compostos bioativos, é um dos mais importantes medicamentos tradicionais orientais e hoje é utilizado em todo o mundo (Fukuda et al., 2000).

Para análise do inhame, observou-se a suplementação de *D. japonica*, na dieta de ratos adultos, realizada em um estudo de Chen et al. (2003), o que resultou em uma diminuição da largura entre as vilosidades gástricas, sendo um efeito benéfico em relação à modulação intestinal, além de refletir positivamente na diminuição da fração LDL do colesterol, fenômeno visto na Figura 7.

Figura 7 - Ilustração do acúmulo de placas de LDL em uma artéria.



Fonte: Miranda (2016).

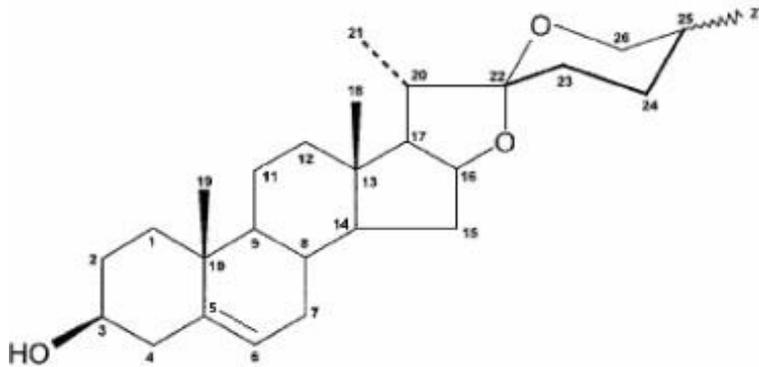
Na mesma linha de pesquisa, Jeon et al. (2006) avaliaram o efeito do extrato alcoólico da farinha de inhame (*Dioscorea Rhizoma*), o qual continha em torno de 177 ± 58 mg/mL de dioscina, molécula de saponina esteroidal, no trato gastrointestinal de ratos, e isso acarretou um aumento da motilidade intestinal, aumento no volume fecal, elevação de bactérias lácticas e diminuição dos teores de colesterol, lipídios totais e glicose.

Para com o inhame, em relação ao efeito hipoglicemiante, estudos mostraram uma diminuição da glicemia após a administração de alantoína derivado da *D.japonica*, a qual pode ser justificada pelo aumento da expressão do gene GLUT4 (Niu et al. 2010) ou pela ativação de receptores de imidazolina I-2B (Chen et al. 2012).

5.4. Diosgenina

A diosgenina é uma sapogenina esteróide que pode ser encontrada em diversas espécies vegetais, apresentando-se como um dos principais constituintes bioativos de várias plantas, nomeadamente do inhame (*Dioscorea villosa*). Quimicamente, a molécula da diosgenina é composta por um grupo hidroxilo e uma ligação dupla nas posições C-3 e C-5, respectivamente, visto na Figura 9 (Rebello, 2011).

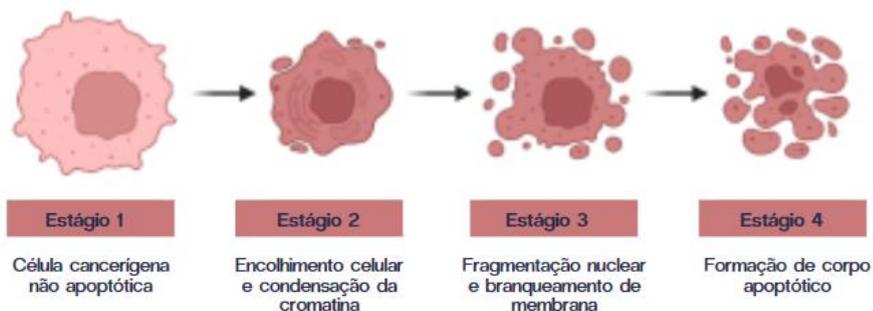
Figura 9 - Estrutura química da diosgenina.



Em estudos em ratos diabéticos foi também demonstrado que a diosgenina tem propriedades hipoglicêmicas, alterando a sua morfologia intestinal, diminuindo os seus níveis de glicose sanguíneos e melhorando o seu perfil lipídico (Rebello, 2011).

Há também pesquisas que mostram a ação da diosgenina em células tumorais. O principal mecanismo anticancerígeno da diosgenina envolve a perturbação do ciclo celular e a indução do apoptose, processo observado na Figura 10, conhecida como o processo de morte celular programada. Múltiplos sinais modulam a proliferação celular, sobrevivência e morte celular e estas ações coordenadas permitem que a célula normal cresça e se divida até a sua senescência (Foster, 2008).

Figura 10 - Estágio do apoptose em células cancerígenas.



Fonte: Sourav (2003).

5.5. Metodologias para quantificação de compostos bioativos

Existem várias metodologias utilizadas para quantificar compostos bioativos em amostras. Essas metodologias são essenciais para a caracterização e determinação da presença e quantidade de compostos com atividade biológica em alimentos, suplementos nutricionais e outros produtos.

Para determinados compostos bioativos, existem metodologias específicas que foram desenvolvidas conforme necessidade. As técnicas mais comuns são a de espectrofotometria, cromatografia líquida de alta performance, a cromatografia gasosa, a espectrometria de massas e a técnica de ressonância magnética nuclear.

Alguns estudos já foram realizados em algumas espécies de inhame para quantificação de compostos bioativos. Por exemplo, da **Silva et al. (2019)** quantificaram a diosgenina em amostras de bulbos e folhas de *D. bulbifera* e tubérculos de *D. trifida* utilizando um sistema de cromatografia a líquido de alta eficiência (1200 series, Agilent Technologies, EUA) dotado de bomba binária, injetor automático, forno de colunas e detector de UV-DAD, e controlado pelo software Agilent ChemStation (B.01.03).

Em relação ao composto bioativo alantoína, **Ferrari et al. (2014)** quantificaram, em amostras de géis formulados com extrato de confrei, o composto através dos métodos Saito (1984) e Dias (2004) adaptado. A metodologia consistia na utilização do equipamento de espectrometria. Apesar de a pesquisa não ter sido realizada com o tubérculo inhame, pode-se realizar adaptações do método.

Apesar de a quantificação de compostos bioativos no inhame ser desafiadora devido à falta de metodologias amplamente aceitas e testadas, os pesquisadores têm flexibilidade para explorar e testar diferentes abordagens em laboratório. Isso permite que novas pesquisas possam avançar e contribuir para uma compreensão mais completa dos benefícios à saúde associados ao consumo do inhame.

6. PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO

Uma das principais dificuldades na comercialização do inhame é o fato de ser um alimento com alto índice de umidade, ou seja, desde a colheita, até o transporte e o processo de distribuição, a probabilidade de deterioração do tubérculo é altíssima, prejudicando então, o acesso e o consumo do inhame em âmbito nacional. Uma alternativa é a aplicação do processo de liofilização e/ou desidratação do inhame, para que ele possua um maior prazo de validade, possibilitando também, a produção de diversos produtos.

O processo de desidratação é um dos métodos mais antigos de secagem de alimentos. Antes mesmo do conhecimento específico dessa técnica, os alimentos eram conservados utilizando o sol para retirar a umidade. A desidratação é conseguida pelo ar quente, que transfere calor para o alimento e conseqüentemente evapora a água nele contida, resultando na secagem. A temperatura do ar e a umidade relativa são dois fatores que afetam diretamente a capacidade do ar de remover água dos alimentos (**Celestino, 2010**).

A liofilização é descrita como um processo muito antigo, com informações provenientes do antigo Peru nos Andes, onde os alimentos eram congelados durante a noite e expostos à luz solar e à baixa pressão (topo dos Andes) para que sublimassem a água. Após avanços em tecnologia e equipamentos, tornou-se um método com

diversas aplicação, entre as quais, cita-se fornecer plasma sanguíneo e penicilina às forças armadas durante a Segunda Guerra Mundial (Ribeiro, 2012).

É um processo de estabilização, no qual uma substância é previamente congelada e então a quantidade de solvente (geralmente água) é reduzida, primeiro por sublimação e posteriormente por dessorção, para valores tais que impeçam atividade biológica e reações químicas; e passam pelos processos de congelamento inicial, secagem primária e secagem secundária (Marques, 2008).

As etapas normalmente consistem em congelamento, em que o produto é colocado em temperaturas geralmente abaixo de -40°C para transformar a água em gelo, e então, depois é a etapa de vácuo, no qual a pressão é reduzida significativamente, fazendo com que a água congelada passe diretamente para o estado gasoso, processo de sublimação. Simultaneamente, a câmara é aquecida suavemente para acelerar a sublimação da água congelada, enquanto a pressão do vácuo continua a retirar o vapor de água. Além disso, o vapor de água é coletado em um condensador e transformado em gelo em um recipiente separado, de forma que a água é removida do material original. E por fim, o material liofilizado é armazenado em embalagens herméticas para evitar a absorção de umidade e a deterioração.

No processo de secagem do inhame, observado na Figura 11, há etapas que são comuns em ambas os tipos de secagem, e isso envolve o tratamento do tubérculo antes de se iniciar a operação. Após a colheita, há o processo de descasque e corte, que é a remoção das cascas externas e corte em pequenos pedaços para acelerar a secagem. Há também o pré-tratamento, no qual o inhame é inserido em uma solução de água com ácido ascórbico ou enxofre, para evitar o escurecimento e a oxidação durante o processo. Posteriormente, há o processo de secagem propriamente dito, e por fim os cuidados de armazenamento.

Figura 11 - Fluxograma de processamento de pó de inhame.



Fonte: Kaifeng Sida Produtos Agrícolas Equipment Co.

Porém, as cascas não são reaproveitadas, gerando uma grande quantidade de resíduos nesse processo, o que impacta diretamente questões ambientais e de sustentabilidade. Wedzerai (2019) afirma que o peso da casca representa 15-20% do peso do tubérculo, permitindo estimar a grande produção desses resíduos. Além disso, a farinha de inhame, obtida através do processo de secagem mantém boa parte das propriedades nutritivas do inhame, sendo ainda considerado um alimento funcional, se tornando uma boa opção de consumo e utilização ao invés do tubérculo *in natura*. Então, para tornar o processo mais sustentável há a necessidade de reaproveitamento

da casca do inhame, visto que dessa forma seria utilizado 100% de todo o tubérculo.

Não somente por questões ambientais, o reaproveitamento das cascas pode se tornar um benefício econômico, visto que há grande possibilidade da existência dos mesmos compostos bioativos encontrados no inhame, mesmo que em menor proporção. Então, para as indústrias, seria possível desenvolver novos produtos com esse resíduo.

6.1. Efeito do processo de secagem nos compostos bioativos

A avaliação da secagem no prejuízo da quantidade de compostos bioativos é um tema de crescente importância em pesquisa e desenvolvimento, uma vez que esse conhecimento permite a compreensão das condições do processo e até mesmo a necessidade de reposição de algum composto. Porém, há ainda a ausência de pesquisas detalhadas sobre a secagem de inhame e seus impactos sobre os compostos bioativos, e isso prejudica não apenas o setor industrial, mas também a saúde pública, já que a quantidade e qualidade desses compostos podem ser comprometidas durante a secagem inadequada.

Porém, como exemplificação das mudanças físico-químicas causadas pelo processo de secagem, cientistas já realizaram pesquisas em outros frutos e vegetais, que demonstraram que o tipo de secagem e as condições aplicadas afetam muito nos resultados.

Por exemplo, **Karaman et al. (2014)** analisaram em seu estudo que o caqui desidratado por diferentes métodos de secagem tem suas propriedades bioativas e físico-químicas alteradas. Ele utilizou os métodos de liofilização, secagem em estufa e secagem a vácuo e analisou os compostos bioativos (fenólicos totais, flavonóides totais, taninos condensados e taninos totais hidrolisáveis, atividade anti-radical e atividade antidiabética) e algumas propriedades físico-químicas (matéria seca, cinzas, atividade de água, cor, proteína, hidroximetilfurfural, glicose e frutose). Concluiu-se que a amostra de pó de caqui obtida da liofilização mostrou significativamente ($p < 0,05$) maiores valores de bioatividade comparados com amostras em estufa e em vácuo. A atividade anti-radical mudou significativamente dependendo do método de secagem empregado e foi superior em amostras liofilizadas quando comparada aos outros métodos de secagem.

Em um outro estudo envolvendo folhas de abacate, **Yamassaki et al. (2017)** avaliaram o efeito da secagem sobre os compostos fenólicos e atividade antioxidante (em termos de EC50) de folhas de abacate e encontraram para compostos fenólicos valores variando entre 130,0 e 233,3 μg de EAG/mg b.s. (ou 130,0 a 233,3 mg EAG/g). Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico equivalente por g de amostra b.s. (mg EAG/g). Os autores afirmam que houve uma correlação linear, entre a temperatura de secagem do ar e a atividade antioxidante do material seco, mostrando que temperaturas de secagem mais elevadas (70, 80 e 100°C) contribuíram significativamente para a diminuição da atividade antioxidante em relação a temperaturas de 40, 50 e 60°C. Isso sugere que as altas temperaturas de secagem diminuíram as concentrações de compostos fenólicos nas folhas, e conseqüentemente, levaram a diminuição da atividade antioxidante dos extratos resultantes.

Para além disso, é possível realizar a previsão do comportamento dos compostos bioativos quando inseridos em processo de secagem. Como mencionado

anteriormente, a dioscorina é um polipeptídeo, ou seja, uma molécula de vários aminoácidos ligados. **Bruno et al (2021)** afirmam que o efeito do calor sobre as proteínas está relacionado com seu efeito, principalmente nas ligações de hidrogênio e nas interações eletrostáticas que são rompidas por serem exotérmicas por natureza.

As proteínas são sensíveis à ação do calor, causando a desorganização das cadeias peptídicas. Por ter em sua base moléculas orgânicas, as proteínas estão suscetíveis à desnaturação, processo que consiste na quebra de suas estruturas secundárias terciárias e quaternárias quando submetidas a aquecimento, agitação, radiação ou forças iônicas, o que acarreta a redução do seu coeficiente de solubilização (**FIB, 2012**).

Em relação a saponinas, grupo químico ao qual pertencem os compostos dioscina e diosgenina, **Onning et al. (1984)** estudaram a degradação de saponinas de aveia durante o processamento térmico. Eles realizaram a incubação de avenacosídeos A e B, saponinas de aveia, em pH 4-7 à temperatura ambiente por até 24 horas, e isso não causou redução no conteúdo de saponina. Também não houve alteração quando os avenacosídeos foram aquecidos a 60 e 100 °C por 3 h. Porém, o avenacosídeo A também foi aquecido em pH 5, 6 e 7 a 140 °C e observou-se que a quebra após 3 h de aquecimento foi de 19%, 12% e 13%, respectivamente.

Analisando também os compostos nitrogenados, classe à qual a alantoína é pertencente, esses possuem um alto grau de volatilização. Segundo **Bruno (2021)**, os insumos nitrogenados em geral estão sujeitos a perdas significantes para o meio ambiente se não forem gerenciados convenientemente, sendo as maiores perdas devido à volatilização de amoníaco (até 50%). Essa forma de perda ocorre quando substâncias de entrada, principalmente na forma de amido (uréia), entram em contato com enzimas urease presentes na água ou no solo. Como resultado, formam-se ions amônio (NH_4^+) e amônia (NH_3).

A importância do consumo dos compostos bioativos do inhame é destacada pelos inúmeros benefícios que foram citados no presente documento. O inhame é uma fonte rica em polifenóis, flavanoides, fitoesteróis e saponinas, compostos os quais possuem propriedades fundamentais para saúde humana. Outro aspecto importante é que o inhame é uma excelente fonte de fibras alimentares e nutrientes.

Na Tabela 1 pode-se observar os principais compostos bioativos encontrados no inhame, suas propriedades principais em relação a benefícios de consumo e possíveis efeitos causadores pelo processo de secagem.

Composto bioativo	Propriedades	Possíveis efeitos do processo de secagem
Dioscorina	<p>Liu et al. (2007) estudaram sobre a habilidade imunomodulatória devido ao estímulo de produção de óxido nítrico causado pelo composto da dioscorina.</p> <p>Hou et al. (2001) estudaram a capacidade antioxidante da proteína de estocagem, concluindo os efeitos de eliminação de radicais livres.</p> <p>Chiu et al. (2009) comprovaram o benefício do inhame em tratamentos de prejuízos cognitivos devido à dioscorina.</p>	<p>Por ser uma proteína, há a possibilidade de desorganização das cadeias peptídicas causando uma desnaturação proteica.</p>
Dioscina	<p>Chen et al. (2003) estudaram os efeitos da dioscina e concluíram sua capacidade em diminuir a largura entre as vilosidades gástricas, sendo um efeito benéfico em relação a modulação intestinal.</p> <p>Xiao et al. (2010) realizaram pesquisas que demonstraram eficácia na diminuição da adipogênese e diminuição da expressão gênica de lipoproteína lipase e da leptina devido a dioscina.</p> <p>Jeon et al. (2006) concluiu o efeito da dioscina na diminuição dos teores de colesterol, lipídios totais e glicose.</p>	<p>Como mencionado, a diosgenina e a dioscina são pertencentes à classe das saponinas, logo pode ocorrer a degradação de saponinas durante o processamento térmico a algumas temperaturas e condições específicas.</p>
Diosgenina	<p>McAnuff-Harding et al. (2006) estudaram a diosgenina e comprovaram suas propriedades hipoglicêmicas, alterando a sua morfologia intestinal, diminuindo os seus níveis de glicose sanguíneos e melhorando o seu perfil lipídico.</p> <p>Foster (2008) mostrou que o principal mecanismo anticancerígeno da diosgenina envolve a perturbação do ciclo celular e a indução do apoptose.</p>	
Alantoína	<p>Niu et al. (2010) mostraram uma diminuição da glicemia após a administração de alantoína a qual pode ser justificada pelo aumento da expressão do gene GLUT4.</p>	<p>Por ser um composto nitrogenado, a alantoína pode apresentar características de volatilidade em altas temperaturas, perdendo sua eficiência em relação a suas propriedades.</p>

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através de uma revisão detalhada da literatura, foi notável o quanto o inhame é fonte de nutrientes e de compostos bioativos, podendo considerá-lo como um alimento nutritivo e funcional. Cientificamente, foi comprovado a presença dos polifenóis, flavonoides, saponinas, entre outros compostos, no tubérculo. No entanto, analisando sobre os métodos de secagem aplicados no tubérculo e devido à necessidade de realizar o processo de secagem no inhame para sua preservação, foi visto a geração de resíduos durante o processamento do inhame na produção de farinha. Essa geração de resíduos foi observada no processo de descasque do tubérculo, já que as cascas são totalmente jogadas fora.

Além disso, observou-se que há espaço para o desenvolvimento de novos produtos com o próprio inhame e seus resíduos, explorando ainda mais seus compostos bioativos e suas propriedades benéficas para a saúde. No entanto, é preciso destacar que ainda há uma lacuna em termos de técnicas de análises para a quantificação desses compostos bioativos no inhame e de pesquisas do tema. Então, é necessário que haja maiores investimentos em estudos mais aprofundados para explorar todo o potencial do inhame de forma abrangente e eficaz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROSO GM; SUCRE D; GUIMARÃES EF; CARVALHO LF; VALENTE MC; SILVA JD; SILVA JB; ROSENTHAL FR; BARBOSA CM; BARTH OM; BARBOSA, AF. 1974. **Flora da Guanabara; família Dioscoreaceae**. Sellowia, n. 25, p. 9-256

BECKER, Alice. **CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE IMUNOMODULADORA DE COMPOSTOS NATURAIS**. 2021. Pesquisa (Ciências Agrárias - Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Pelotas, [S. l.], 2021. Disponível em: <https://institucional.ufpel.edu.br/projetos/id/p9150>. Acesso em: 13 set. 2023.

BRESSAN, Eduardo. **DIVERSIDADE ENZIMÁTICA E MORFOLÓGICA DE INHAME (Dioscorea spp.) COLETADOS EM ROÇA DE AGRICULTURA TRADICIONAL DO VALE DO RIBEIRA-SP**. 2005. Dissertação (Escola superior de agricultura) – Universidade de São Paulo, [S.l.], 2005. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-01122005-164919/publico/EduardoBressan.pdf>. Acesso em: 3 de maio 2023.

BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., and GOTO, R., comps. **Hortaliças-fruto** [online]. Maringá: EDUEM, 2018, 535 p. ISBN: 978-65-86383-01-0. <https://doi.org/10.7476/9786586383010>.

BRUNO, Paula *et al.* **Química e Bioquímica de Alimentos. PROTEÍNAS**, [S. l.], p. 109-158, 17 jun. 2021. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/598853/2/Quimica%20%26%20Bioquimica%20de%20Alimentos.pdf>. Acesso em: 10 out. 2023.

BRUNEL, A.; CAPELLE, G. **Sur l'importance biologique des ureides glyoxyliques chez les etres vivants**. I. L'allantoine et l'acide allantoïque chez les vegetaux. Bulletin Société Chimique et Biologie, v. 29, p. 427-444, 1947.

CARVALHO, R. A., Lacerda, J. T., Oliveira, E. F., & Santos, E. (2002). **Extratos de Plantas Medicinais como Estratégia para o controle de doenças fúngicas do Inhame (Dioscorea sp.) no Nordeste**. In: II Simpósio Nacional sobre as culturas do inhame e do taro. Emepa, 1, 99-112. <http://www.emepa.org.br/anais/volume1/av107.pdf>

CELESTINO, Sonia Maria Costa. **Princípios de secagem de alimentos**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77765/1/doc-276.pdf> Acesso em: 4 nov. 2023.

CHAVES, D. F. S. **Compostos bioativos dos alimentos**. São Paulo. Valéria Paschoal Editora Ltda., 2015. 340p

Chen H-L, Wang C-H, Chang C-T, Wang T-C (2003) **Effects of taiwanese yam (*Dioscorea japonica* Thunb var. *pseudojaponica* Yamamoto) on upper gut function and lipid metabolism in Balb/c mice.** *Nutrition* 19:646–651. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(03\)00058-3](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(03)00058-3)

COELHO, M.A.Z.; LEITE, S.G.F.; ROSA, M. DE.F., et al. **Aproveitamento de resíduos agroindustriais: produção de enzimas a partir da casca de coco verde.** *Boletim CEPPA*. v.19.n.01. p. 33-42, jan./jun., 2001. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/83634/1/2001-034.pdf> Acesso em: 6 de nov. 2023.

CONSOLE, Luciana. **O poderoso inhame.** [S. l.], 2018. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2018/08/06/o-poderoso-inhame>. Acesso em: 23 out. 2023.

DIAS, Taís. **Estudo farmacognóstico de Porangaba (*Cordia ecalyculata* Vell. - *Boraginaceae*) e identificação de adulterações.** 2004. Dissertação (Mestrado em em Farmácia) - Universidade de São Paulo, [S. l.], 2004. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9138/tde-18042017-163612/publico/TAIS_GARCIA_DIAS_MESTRADO.pdf. Acesso em: 12 out. 2023.

FERRARI, Rosana. *et al.* **GÉIS FORMULADOS COM EXTRATO DE CONFREI (*SYMPHYTUM OFFICINALE* L.) PARA O TRATAMENTO DE QUEIMADURA.** *Anuário da produção acadêmica docente*, [s. l.], p. 149-155, 10 nov. 2023. Disponível em: <https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/1504/1/Artigo%208.pdf>. Acesso em: 14 set. 2023.

FIGUEIREDO, Helena *et al.* **ALIMENTOS FUNCIONAIS: Compostos bioativos e seus efeitos benéficos à saúde.** 2020. Tese (Graduação em Nutrição) - Universidade Federal de Alfenas, [S. l.], 2020. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/460/1/ALIMENTOS%20FUNCIONAIS%20Compostos%20bioativos%20e%20seus%20efeitos%20ben%20eficos%20%20%20%20sa%20%20BAde.pdf>. Acesso em: 16 out. 2023.

FUSCO, Karina *et al.* **Mitos e verdades sobre exercícios físicos.** [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.unimed.coop.br/viver-bem/saude-em-pauta/mitos-e-verdades-sobre-exercicios-fisicos>. Acesso em: 20 set. 2023.

FOSTER, I., **Cancer: A cell cycle defect.** *Radiography*, 2008, 14: p. 144-149.

GAIDAMASHVILI, Mariam *et al.* **Characterization of the Yam Tuber Storage Proteins from *Dioscorea batatas* Exhibiting Unique Lectin Activities.** *Journal of Biological Chemistry*, [S. l.], p. 26028-26035, 23 jun. 2004. Disponível em: [https://www.jbc.org/article/S0021-9258\(20\)85578-1/fulltext](https://www.jbc.org/article/S0021-9258(20)85578-1/fulltext). Acesso em: 10 out. 2023.

GOES, Victor. **A revolução vegana já movimenta US\$ 50 bilhões.** [S. l.], 2023. Disponível em: <https://veganbusiness.com.br/revolucao-vegana-movimenta-50-bilhoes/>. Acesso em: 16 set. 2023.

HOU W-C, Lee M-H, CHEN H-J, Liang W-L, Han C-H, Liu Y-W, Lin Y-H (2001) **Antioxidant activities of dioscorin, the storage protein of yam (*Dioscorea batatas* Decne) tuber.** J Agric Food Chem 49:4956–4960. <https://doi.org/10.1021/jf010606m>

JEON JR, Lee JS, Lee CH, Kim JY, Kim SD, Nam DH (2006) **Effect of ethanol extract of dried Chinese yam (*Dioscorea batatas*) flour containing dioscin on gastrointestinal function in rat model.** Arch Pharm Res 29:348–353. <https://doi.org/10.1007/BF02968583>

KARAMAN, S. et al. **Bioactive and Physicochemical Properties of Persimmon as Affected by Drying Methods.** Drying Technology, v. 32, n. 3, p. 258–267, 2014.

LIN P-L, Lin K-W, Weng C-F, Lin K-C (2009) **Yam storage protein dioscorins from *Dioscorea alata* and *Dioscorea japonica* exhibit distinct immunomodulatory activities in mice.** J Agric Food Chem 57:4606–4613. <https://doi.org/10.1021/jf8038499>

LIU Y-W, Shang H-F, Wang C-K, Hsu F-L, Hou W-C (2007) **Immunomodulatory activity of dioscorin, the storage protein of yam (*Dioscorea alata* cv. Tainong No. 1) tuber.** Food Chem Toxicol 45:2312–2318. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.06.009>

LOPES, R. et al. **Farmacologia de flavonóides no controle hiperlipidêmico em animais experimentais.** Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento, p 1-5, 2000.

LUBOWE, I.I.; M.D.; F.A.C.A.; MECCA, S.B. **Allantoin and aluminum derivatives in dermatological applications.** Drug Cosmetic Ind., New York, v.84, n.1, p.36-37, 117-118, 1959.

MARQUES, Luanda Gimeno. **Liofilização de frutas tropicais.** 2008. 293 f. Tese (Doutorado por em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/3870?show=full> Acesso em: 4 out. 2023.

MOFFAT, A.C.; JACKSON, J.V; MOSS, M.S.; WIDDOP, B.; GREENFIELD, E.S.; CLARKE, E.G.C., eds. **Clarke's isolation and identification of drugs in pharmaceuticals, body fluids, and post mortem materials.** 2.ed. London: Parhmaceutical Press, 1986, 1223p.

MAN, Shuli et al. **Chemical study and medical application of saponins as anti-odiorcancer agents.** Fitoterapia, v. 81, n. 7, p. 703–714, 2010.

MIYOSHI, Noriyuki et al. **Chemoprevention of azoxymethane/dextran sodium sulfate-induced mouse colon carcinogenesis by Freeze-Dried Yam Sanyaku and its constituent diosgenin.** Cancer prevention research, v. 4, n. 6, p. 924-934, Jun., 2011.

MONTALDO, A. **Cultivo de raízes y tubérculos tropicales**. São José: Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas de la OEA. 1971, p. 408. Disponível em: <http://repiica.iica.int/docs/B4130e/B4130e.pdf> Acesso em: 14 set.2023.

NIU C-S, Chen W, Wu H-T, Cheng K-C, Wen Y-J, Lin K-C, Cheng J-T (2010) **Decrease of plasma glucose by allantoin, an active principle of yam (*Dioscorea spp.*), in streptozotocin-induced diabetic rats**. *J Agric Food Chem* 58:12031–12035. <https://doi.org/10.1021/jf103234d>

NASCIMENTO, Elisamara et al. **Posicionamento do Brasil na produção de inhame** [S. l.], 2022. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/posicionamento-do-brasil-na-producao-de-inhame/> Acesso em: 16 set. 2023.

NUNES, Leila de Sousa. **Obtenção de amido de inhame e sua utilização no preparo de alimentos à base de leite**. 2009. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2009. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/4108>

ODIOR, A. O.; Oyawale F. A. (2012). **Analysis of production capacity of a yam flour producing firm using a mathematical model**. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. 820-824.

OGWUCHE, C. E., Edjere, O., & Obi, G. (2023). **Phytoremediation of Crude Oil Polluted Soil Using Dried Yam Peels (*Discorea sp*) as a Case Study in Niger Delta Environment of Southern Nigeria**. *European Journal of Environment and Earth Sciences*, 4(1), 1–5. <https://doi.org/10.24018/ejgeo.2023.4.1.355>

OLIVEIRA, Daniela Moura de e BASTOS, Deborah Helena Markowicz. **Biodisponibilidade de ácidos fenólicos**. *Química Nova*, v. 34, n. 6, p. 1051-1056, 2011Tradução . . Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-40422011000600023>. Acesso em: 05 nov. 2023.

OLIVEIRA, Neusimar. **Desenvolvimento de torta proteica isenta de glúten**. 2017. Trabalho de conclusão (Graduação em Nutrição) - Centro Universitário São Lucas, [S. l.], 2017. Disponível em: <http://repositorio.saolucas.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2647/Nuesimar%20Alves%20de%20Oliveira%20-%20Desenvolvimento%20do%20p%3%A3o%20de%20inhame%20isento%20de%20gl%3%BAten.pdf?sequence=1>. Acesso em: 14 set. 2023.

PEDRALLI, G. **Uso de nomes populares para as espécies de Araceae e Dioscoreaceae**. In: SIMPOSIO NACIONAL SOBRE AS CULTURAS DO INHAME E DO TARO, 2., João Pessoa, 2002. Anais. João Pessoa: EMEPA – PB, 2002. p. 308-311.

PEDRALLI G. 1999. **Dioscoreaceae**. In: RIBEIRO JE; HOPKINS M; VICENTINI A. (eds). Flora da Reserva Ducke: Guia de Identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme da Amazônia. 1 ed. Manaus, AM: INPA/DFID, v. 1, p. 723-724.

RACHEL, Rennó. **Desenvolvimento e Validação de Metodologia Analítica para Determinação de Alantoína em Lipossomas e Formulações Tópicas**. 2010. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, [S. l.], 2010. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/59/teses/751644.pdf>. Acesso em: 5 set. 2023.

REBELO, Ana Isabel. **Diosgenina e derivados oxidados: potenciais agentes antitumorais e antifúngicos**. 2011. Dissertação (Mestre em bioquímica) - Universidade da Beira Interior, [S. l.], 2011. Disponível em: https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/2067/1/Dissertacao_final.pdf. Acesso em: 25 out. 2023.

SHIBUYA, T.; ARIO, T.; FUKUDA, S. **Composition**. United States Patent. Japão: Hayashibara, K. K. Kenkyujo, S. K. US6224872: 13 p. 2001.

RIBEIRO, Pedro Francisco Folque de Almeida e Costa. **Processo de Liofilização de Produtos Alimentares Perecíveis**. 2012. 117 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ipl.pt>.

SAPELLI, Bianca *et al.* **Agentes neuroprotetores para o tratamento da doença de Parkinson: uma revisão sistemática da literatura**. 2023. Trabalho de conclusão (Curso de Medicina do Campus Araranguá) - Universidade Federal de Santa Catarina, [S. l.], 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/248038/TCC%20%20-%20Agentes%20neuroprotetores%20para%20o%20tratamento%20da%20doen%20c3%a7a%20de%20Parkinson.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 6 nov. 2023.

SANTOS, Fabrício. **POTENCIAL DE USO DO AMIDO DE INHAME (Colocasia esculenta (L.) Schott) NA INDÚSTRIA DE MINERAÇÃO**. 2001. Tese (Pós-Graduação em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, [S. l.], 2001. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/10975/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 11 out. 2023.

SANTOS, E.S.; MACEDO, L.S. **Tendências e perspectivas da cultura do inhame (Dioscoreasp.) no Nordeste do Brasil**. Anais, II Simpósio Nacional sobre as Culturas do Inhame e do Taro, João Pessoa, PB. 2002. pp.21-31.

SEAGRI. **Cultura do cará**. 2002. Disponível em <http://www.seagri.ba.gov.br/cara.htm>. Acesso em: 15 set. 2023.

SÉJOURNÉ, C. **Mécanismes d'actions des phytostérols au niveau intestinal.** *cahiers de nutrition et de diététique* v. 44, p. 132-135, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0007996009000121> Acesso em: 5 out 2023.

SILVA, Alessandro. **Desenvolvimento de negócios a partir do inhame como matéria- prima e suas diversas possibilidades de produtos final.** 2020. Trabalho de conclusão (Mestrado Profissional em Administração do Desenvolvimento de Negócios) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, [S. l.], 2020. Disponível em: <https://adelpha-api.mackenzie.br/server/api/core/bitstreams/48caba43-c592-49e9-9846-3583137d4d4d/content>. Acesso em: 6 set. 2023.

OZANA, Aline. **PRINCIPAIS COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE NO EPICARPO DO CAMU-CAMU (Myrciaria dubia) EM FUNÇÃO DA MATURAÇÃO.** 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Pará, [S. l.], 2014. Disponível em: <https://ppgcta.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2014/ALINE%20OZANA.pdf>. Acesso em: 11 out. 2023.

SPARG, S.G. *et al.* **Biological activities and distribution of plant saponins.** *Journal of Ethnopharmacology*, [S. l.], p. 2019-243, 5 out. 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378874104002557>. Acesso em: 22 set. 2023.

UAILA, E. D. **Estudo fitoquímico e avaliação do valornutricional do tubérculo inhame (dioscorea spp.),** 2015. 93f. dissertação (mestrado), Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, 2015.

XIAO J, Wang N, Sun B, Cai G (2010) **Estrogen receptor mediates the effects of pseudoprotodiocsin on adipogenesis in 3T3-L1 cells.** *Am J Physiol Physiol* 299:C128–C138. <https://doi.org/10.1152/ajpcell.00538.2009>

WEDZERA, Mateus. **O valor das cascas nas dietas de aves** [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.poultryworld.net/health-nutrition/the-value-of-peels-in-poultry-diets/>. Acesso em: 16 set. 2023.

WYKOWSKI, Rachel. **SAPONINAS: UMA PROMESSA DA CIÊNCIA CONTRA O CÂNCER.** 2012. Trabalho de conclusão (Bacharel em Farmácia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [S. l.], 2012. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/143507/000898769.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2023.

YAMASSAKI, Fábio. **MOLÉCULAS BIOATIVAS DAS FOLHAS DE Persea americana.** 2010. Monografia (Curso de Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, [S. l.], 2010. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/30726/Monografia%20Fabi%20Tomio%20Yamassani.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 jul. 2023.