

**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
(CEFET-MG)**

Ana Luisa Silva Gonçalves

**ESTUDO DE VIABILIDADE DO USO E APLICAÇÃO DO AÇAFRÃO-DA-
TERRA COMO CORANTE E AROMATIZANTE INDUSTRIAL**

Belo Horizonte (MG)

2022

Ana Luisa Silva Gonçalves

**ESTUDO DE VIABILIDADE DO USO E APLICAÇÃO DO AÇAFRÃO-DA-TERRA
COMO CORANTE E AROMATIZANTE INDUSTRIAL**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharel em Química Tecnológica.
Orientadora: Prof^a. Dra. Flávia Augusta
Guilherme Gonçalves Rezende
Co-orientador: Dr. Christiano Pedro
Guirlanda.**

CEFET-MG

Belo Horizonte (MG)

2022

Ana Luisa Silva Gonçalves

**ESTUDO DE VIABILIDADE DO USO E APLICAÇÃO DO AÇAFRÃO-DA-TERRA
COMO CORANTE E AROMATIZANTE INDUSTRIAL**

**Trabalho de conclusão de curso do Bacharelado em
Química Tecnológica
CEFET-MG**

Belo Horizonte, 12 de novembro de 2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus amigos e familiares, por todo o apoio e assistência, que muito contribuíram para a realização deste trabalho, principalmente nos aspectos psicológico e intelectual, foi uma experiência incrível e que tenho certeza de que irá impactar muito meu futuro profissional com todo conhecimento obtido.

Um grande agradecimento aos meus colegas e amigos do curso, além também dos professores com quem convivi, pelo companheirismo e pela troca de experiências, que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como um formando. Em especial agradeço à minha orientadora, Dra. Flávia Gonçalves por todo o suporte e compreensão, e a meu co-orientador Dr. Cristiano Guirlanda, por todos os conselhos e paciência.

Fico muito feliz por todo o aprendizado, lições e correções que tive durante o curso, pois sei que eles contribuíram para que eu me tornasse uma pessoa melhor e mais bem preparada para o mercado de trabalho, acarretando conhecimento e vivências acadêmicas que irão me preparar para o futuro, não foi fácil conciliar a jornada dura do trabalho com estudos, porém, é muito gratificante chegar ao fim deste trabalho.

RESUMO

ESTUDO DE VIABILIDADE DO USO E APLICAÇÃO DO AÇAFRÃO-DA-TERRA COMO CORANTE E AROMATIZANTE INDUSTRIAL

O açafrão-da-terra (*Curcuma longa* Linn), pertencente à família das *Zingiberaceae*, é um rizoma muito utilizado na culinária como condimento e corante natural, devido à sua coloração amarela intensa, proveniente da curcumina, além de apresentar propriedades terapêuticas, por ser rico em compostos bioativos (GRANDI, 2014).. O açafrão-da-terra é, por vezes, confundido com o açafrão verdadeiro (*Crocus sativus* Linnaeus). Além de serem de espécies diferentes, estes se diferem, principalmente, pelo preço de venda, uma vez que o açafrão verdadeiro é considerado o condimento mais caro do mundo, muitas vezes sendo comparado ao ouro(EMBRAPA, 2021)..

Observando a produção e o consumo do açafrão-da-terra, bem como seus compostos bioativos, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial deste rizoma para aplicações como corante e aromatizante na indústria de alimentos, principalmente para utilização em *snacks*. Para isso, realizou-se, primeiramente a desidratação dos rizomas em fritadeira elétrica sem óleo, *airfryer* em 60 °C por 100 min. Após a obtenção dos rizomas desidratados, estes foram moídos, para obtenção de um pó.

Foram desenvolvidos, então, quatro tipos de formulações contendo açafrão-da-terra em pó, para aplicação em *chips* de batata, em que se variaram as concentrações de açafrão e as formas. A partir dos dados obtidos, avaliou-se a eficiência da aplicação das formulações nas batatas *chips* e como o melhor resultado se deu no tipo batata ondulada.

Palavras-chave: Açafrão-da-terra; *Curcuma longa*; desidratação; *airfryer*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Flor de açafrão verdadeiro
- Figura 2 - Partes da *Crocus sativus L.*
- Figura 3 - Canteiro de plantio do açafrão-da-terra
- Figura 4 - Açafrão-da-terra
- Figura 5 - Inflorescência do pé de açafrão-da-terra
- Figura 6 - Açafrão-da-terra antes da realização da limpeza e higienização
- Figura 7 - Estruturas dos carotenoides presentes no açafrão-da-terra
- Figura 8 - Estrutura de compostos presentes no açafrão-da-terra
- Figura 9 - Secador de bandejas
- Figura 10 - Secador de esteira
- Figura 11 - Esquema de secagem em leito fluidizado
- Figura 12 - Esquema de funcionamento *airfryer*
- Figura 13 - Rizomas e raízes-mãe após da higienização
- Figura 14 - Fatia de açafrão-da-terra
- Figura 15 - Fatias de açafrão da terra
- Figura 16 - Fluxograma das etapas de desenvolvimento do tempero
- Figura 17 - Curva de secagem, em triplicata, do açafrão-da-terra em *airfryer*
- Figura 18 - Gráfico da separação granulométrica do açafrão da-terra em pó
- Figura 19 - Aplicação das formulações em batata palha
- Figura 20 - Aplicação das formulações em bata *chips* ondulada
- Figura 21 - Aplicação das formulações em batata *chips* lisa
- Figura 22 - Aspecto visual dos *chips* de batata lisa após a aplicação da formulação D

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química do açafão-da-terra

Tabela 2 – Formulações do tempero

Tabela 3 – Rendimento da moagem em cada repetição

Tabela 4 – Rendimento do processo de granulometria

Tabela 5 – Porcentagem de perda em massa de açafão puro em 200 g de batatas (*chips* ondulada e lisa e palha)

Tabela 6 – Porcentagem de perda em massa da aplicação da formulação A em 200 g de batata

Tabela 7 – Porcentagem de perda em massa da aplicação da formulação B em 200 g de batata

Tabela 8 – Porcentagem de perda em massa da aplicação da formulação B em 200 g de batata

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBQ	Congresso Brasileiro de Química
CNNPA	Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Agropecuária
GMS	Glutamato Monossódico
RIISPOA	Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
SEBRAE	Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

LISTA DE SÍMBOLOS

a.C	Antes de Cristo
Aa	Atividade de água
BU	Base úmida
°C	Graus Celsius
US\$	Dólares americanos
g	Gramas
H	Horas
kg	Quilogramas
Ma	Massa de água
Ms	Massa da parte sólida
m	Metros
m ²	Metros quadrados
m/s	Metros por segundo
mm	Milímetros
Min	Minutos
Pv	Pressão de vapor do alimento
Ps	Pressão de vapor de água pura
%	Porcentagem
pH	Potencial hidrogeniônico
R\$	Reais
ton/dia	Toneladas por dia
W	Watts

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Condimentos.....	4
2.2 Açafrão verdadeiro.....	5
2.3 Açafrão-da-Terra.....	8
2.4 Desidratação de Alimentos.....	15
2.4.1 Desidratadores.	16
2.4.2 <i>Airfryer</i>	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1 Materiais	22
3.1.1 Materias- primas	22
3.1.2 Ingredientes.	22
3.1.3 Equipamentos.	22
3.2 Métodos	22
3.2.1 Preparo da Matéria Prima.....	22
3.2.2 Desidratação	24
3.2.3 Moagem e padronização do tamanho da partícula	24
3.2.4 Processamento dos rizomas	24
3.2.5 Formulação do tempero	26
3.2.6 Testes de aplicação	26
3.2.7 Curvas de secagem	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1 Curvas de secagem.....	28
4.2 Rendimento após processo de aplicação do pó.....	29
4.3 Rendimento do processo de granulometria	30
4.4 Rendimento de aplicação das formulações	32
5. CONCLUSÃO.....	38
6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	39
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

Aromatizantes apresentam a função de conferir características específicas de aroma e sabor, assim como potencializar algum aroma ou sabor já existente, padronizar produtos de produção em larga escala e mascarar características indesejáveis, já os corantes, sendo artificiais ou naturais irão conferir ou potencializar uma coloração específica para o produto. Dentro da indústria alimentícia as substâncias aromatizantes artificiais e sintéticas são as mais utilizadas por conta de seu baixo valor, alta padronização e maior vida de prateleira. A diferença entre estes dois tipos de substâncias se dá principalmente porque o aromatizante sintético é produzido em laboratório, mas apresenta exatamente a mesma composição de seu equivalente natural, já artificiais apesar de também apresentarem componentes naturais não são encontrados na natureza.

Os aromatizantes e corantes artificiais podem trazer alguns malefícios que justificam uma tendência para serem cada vez menos utilizados, não apresentam valor nutritivo e em geral não é recomendado seu uso indiscriminado por apresentarem um potencial alérgico para pessoas sensíveis (RING, 2001). Desde que os produtores utilizem apenas os corantes liberados e as quantidades diárias aceitáveis de ingestão (IDA) definidas pela ANVISA ou pelo *Codex Alimentarius* os aromatizantes artificiais são inofensivos para aqueles que não apresentam sensibilidade (ANVISA, 2004).

Uma das vertentes de pesquisa exploradas dentro da gama de substâncias aromatizantes disponíveis seguindo a tendência em todo o mundo acerca da procura por produtos naturais seria o desenvolvimento de novas substâncias aromatizantes naturais ou matérias-primas aromatizantes naturais. Com isso o consumidor se mostra preocupado, exigente, e desta forma é fundamental a proposta de novas alternativas aos produtos sintéticos, principalmente produtos que já são comprovadamente nocivos à saúde de uma grande parte da população (DELEO *et al.*, 2019). Dentre os compostos mais utilizados em países como Canadá, Estados Unidos, Brasil e União Europeia, o corante artificial conhecido como Tartrazina, vem sendo estudado por alergistas e toxicologistas por ser uma das responsáveis por reação alérgica em 1 a cada 10 mil pessoas, tendo o quadro mais comum de reação o aparecimento de urticárias e até mesmo asma (DOWNHAM, COLLINS, 2010).

De acordo com a Comissão Nacional de Normas e Padrões para alimentos (CENNA), em sua resolução nº44/77 o Ministério da Saúde determina que são permitidos corantes naturais orgânicos, obtidos a partir de vegetais ou animais, corante orgânico artificial, obtido a partir de síntese orgânica como os corantes com uso permitido em alimentos e bebidas (BRASIL, 1977). Um problema para a utilização destes aditivos naturais seria sua baixa estabilidade e alto custo de produção, para tal são necessárias novas pesquisas para viabilizar

sua utilização em detrimento dos aditivos sintéticos e artificiais. (SCHIOZER, 2007)

Desde a era antiguidade, o ser humano vem desenvolvendo cada vez mais suas habilidades e capacidades intelectuais no processamento ou em descobertas de novas funções e utilidades de produtos fornecidos pela natureza para seu benefício. Sendo, então, muito comum durante esta época, o descobrimento de partes ou pedaços de vegetais e suas diversas utilidades, principalmente para fins medicinais para o tratamento de feridas e enfermidades (OLIVEIRA, 2017). Nessa época, essa utilização se dava de forma empírica e se baseava no senso comum e em conhecimentos passados pela tradição oral.

Conforme o desenvolvimento das gerações, muitas vezes tendo como princípio descobertas feitas por povos orientais. Sua utilização variava de região para região, em algumas sendo utilizados para a conservação de carnes ou alterar sabores e cheiro de alimentos, que estariam no início da sua decomposição. Além de, posteriormente, para a produção de cosméticos e em rituais fúnebres (MENEZES, 2001). Hoje em dia, ainda é usado para tratamentos terapêuticos, como diabetes ou hipertensão. Muito embora, geralmente, sejam associados a outro tipo de medicamento. Apesar que, em alguns casos, ainda sejam utilizados por seus consumidores apenas como método único, embora seja a minoria (DEFANI, 2015).

O açafrão-da-terra, *Curcuma longa* Linn., é utilizado em culinárias asiáticas como condimento e corante natural, além de agente terapêutico, por apresentar a curcumina, responsável pela coloração amarelo intensa de seu rizoma e de fácil extração. Por isso, também é um candidato em potencial para substituição de corantes sintéticos.

Chamado comumente de açafrão da Índia ou açafrão-da-terra no Brasil, é enquadrado como um condimento. Este condimento pertence à Família das *Zingiberaceae*, tendo como uma característica ser uma planta herbácea, foram encontrados registros no ano de 2.600 a.C., sendo citado em livros de farmacologia e medicina chinesa (CARRASCO, 2016).

Como um dos maiores produtores e exportadores de condimentos, molhos e especiarias da América Latina, o Brasil é um exemplo no mundo em relação a exportação de condimentos, visto que a quantia apresentada a movimentação chega à casa dos R\$15 bilhões (SEBRAE, 2016).

O açafrão-da-terra se caracteriza como um produto alternativo ao açafrão verdadeiro ou *Crocus sativus* Linnaeus. Principalmente por ser extremamente caro, já que o principal motivo seu alto valor agregado é referente a seu cultivo, onde seria necessário 2000 m² de área para que seja produzido 1 kg do produto. Outro ponto a se comentar é em relação a mão-de-obra. Em média, mesmo existindo variações cambiais e valorização diferentes de moedas das economias mundiais, a cada 1 kg de açafrão verdadeiro custa R\$ 90000,00 (EMBRAPA, 2021).

A curcumina, presente nos rizomas de *C. longa* de forma majoritária, é responsável por cerca de 2% do peso seco dos rizomas. Em sua constituição, também, se encontra, o amido em maior proporção e em menor proteína, lipídeos e fibra, além dos pigmentos curcuminoides e dos óleos essenciais (GOEL, 2008). Outros pigmentos curcuminóides encontrados nos rizomas de *C. longa* são a desmetoxicurcumina e a bisdesmetoxicurcumina (SANTIAGO, 2015).

Sabendo-se do extenso uso do açafrão-da-terra na culinária e conhecendo suas propriedades bioativas, o presente trabalho teve como objetivo estudar a desidratação desses rizomas em fritadeiras elétricas sem óleo (*airfryer*), e avaliar quais seriam as formas mais eficazes de aplicação deste tempero em *snacks*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Condimentos

O termo condimento denota ingredientes utilizados na preparação de alimentos que apresentam sabor característico forte e até mesmo picante, além de coloração e aroma únicos. Sua utilização deve-se à necessidade de aprimorar ou conferir o sabor de produtos processados, atribuindo assim um sabor único, e diferenciar características culinárias de diferentes locais.

De acordo com o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), condimentos são “produtos contendo substâncias aromáticas, sápidas, com ou sem valor alimentício, empregados com o fim de temperar alimentos, dando-lhes melhor aroma e sabor” (BRASIL, 1952). Já a resolução de número 12 Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), classifica os condimentos e temperos juntamente em três grupos: especiarias ou condimentos vegetais; glutamato monossódico (GMS) e sais de ácidos ribonucleicos (açúcar e sal). Pode-se diferenciar ainda especiarias de condimentos, especiarias seriam condimentos não preparados, ou seja, utiliza-se do vegetal em sua forma primária, já os condimentos podem ser extratos, pós ou pastas, adquiridos de um ou mais elementos naturais, e ambos irão realizar alguma mudança nas características sensoriais do alimento em que serão adicionados (MOREIRA, 2016).

Muitos condimentos, além de temperar os alimentos, também auxiliam na conservação, pois possuem propriedades antioxidantes e, até mesmo, farmacológicas. A utilização de condimentos tem sua origem desde os tempos pré-históricos, seja para a conservação de carnes ou mascarar sabor e odor em estágios iniciais de decomposição. Existem, também, relatos e resquícios muito bem preservados do uso de diversos condimentos para embalsamar corpos no antigo Egito, ou até mesmo para fins medicinais, como cosméticos ou perfumes pelos romanos, chineses e gregos pode-se observar como sua utilização está enraizada nestas culturas (BEDIN, 1999; PRZYBYLA, 1986).

Com as rotas marítimas de comerciantes europeus para o Oriente, a comercialização de especiarias se tornou popular e muito valorizada. Assim, diversos tipos de condimentos chegaram a ser utilizados como moeda de troca. Estima-se que o que ultrapassassem cerca de cinco vezes o valor de alguns metais (CHESCA, 2004).

Para que seja possível estudar os tipos de condimentos podem ser separados em três grupos, segundo características botânicas das plantas de onde são extraídos, em função da

planta em si (EGAN, 1987; ICMSF, 1985) e, de forma mista, levando em consideração as características sensoriais que podem oferecer (HEATH, 1982). Dessa forma, pode-se classificá-los em três grupos, o grupo 1, de acordo com a parte da planta utilizada, divididos em: bulbos, casca, flores, frutos e sementes, folhas e rizomas. Enquanto o grupo 2 é classificado de acordo com as famílias botânicas, sendo estas, a Família *Iridáceas*, *Labiadas*, *Lauráceas*, *Liláceas*, *Solanáceas*, *Umbelíferas* e das *Zingiberáceas*. No grupo 3, classifica-se de acordo com as características de sabor em aliáceos, (a exemplo do alho, cebolinha), quentes e suaves.

Atualmente, o mercado brasileiro de condimentos e temperos movimentava quantias na casa dos R\$ 15 bilhões (SEBRAE, 2016). De acordo com o divulgado pelo Escritório e Mercados Internacionais canadense, o Brasil encontra-se entre os maiores produtores e exportadores de condimentos, molhos e especiarias da América Latina. Dentre os condimentos com a maior exportação destacam-se as pimentas, ervas aromáticas, molhos e especiarias, gerando uma receita de US\$ 213 milhões, em 2015, equivalente a um total de 38 mil toneladas de produtos (AGROCLUSTER, 2015).

No Brasil, cerca de 107 plantas são utilizadas como condimentos. Essas são comercializadas sozinhas, ou seja, não estando misturadas, na forma de pós, liofilizadas, em extrato, laminado, entre outras maneiras (ECONODATA, 2020). A maneira como o condimento é comercializado, influencia o seu preço final. O grau de pureza é um fator predominante para inferir no custo do produto, pois a qualidade e quantidade dos compostos de interesse dependem do tipo de processo, já que pode haver perdas de compostos, como óleos essenciais, que facilmente são deteriorados por variações de temperatura, oxidações e teor de umidade (TOMCHINSKY, 2017).

No Brasil, as empresas responsáveis pela produção de condimentos, seja para o mercado interno ou para exportação, vão de micro e pequenas empresas familiares até grandes empresas, com maior diversidade de produtos finais (SEBRAE, 2016). A distribuição das empresas dentro do território nacional se sobressai na região Sudeste do país, tendo como destaque o Estado de São Paulo, que possui mais de 100 empresas do ramo, o que se deve ao grande mercado consumidor e facilidade de compra de produtos importados (ECONODATA, 2020).

2.2 Açafrão verdadeiro

O *Crocus sativus* ou açafrão verdadeiro, como é conhecido popularmente, está presente em muitos pratos e misturas de condimentos em diversos continentes. É uma planta

herbácea perene, composta de flores de coloração arroxeadada, estames amarelos e pistilos vermelhos, conforme demonstrado como na Figura 1.

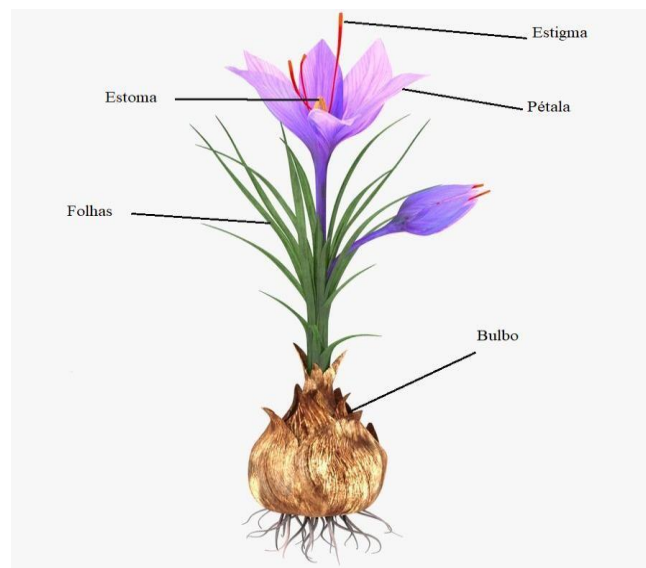
Figura 1 – Flor de Açafrão verdadeiro



Fonte: GLOBO, 2019

As outras partes da planta são constituídas por folhas verdes e finas, caule longo e macio, bulbo e raízes, chegando a aproximadamente 35 cm de altura, como mostrado na Figura 2 (DAR, 2017).

Figura 2 - Partes da *C. sativus L.*



Fonte: Zarvandi, 2019 modificado

O condimento em pó é obtido a partir dos estigmas secos e também é conhecido como açafrão verdadeiro ou *saffron* em diversos países. O açafrão verdadeiro possui alto valor de mercado, estima-se que, mesmo com a variação das economias mundiais, o quilograma deste condimento chega a R\$ 70.000, estando próximo do valor do ouro, que é de R\$ 90.000 o quilograma (EMBRAPA, 2021).

O alto custo do açafrão é atribuído pela necessidade de mão de obra para seu processamento até que o condimento em pó seja obtido. Para o seu cultivo são necessários 2000 m² de área, e para que seja produzido 1 Kg de produto final, necessita-se de cerca de 200 mil flores. A produção inicia-se a partir do dia da floração. Cada pé gera, em torno, de uma a três flores, cada uma com três a quatro estigmas. As flores são colhidas e os estigmas extraídos, um a um, para que sejam torrados em fogo direto por cerca de 30 min. Ao final do processo são obtidos dois produtos, um óleo volátil, que é usado como corante amarelo para tingir tecidos, e o pigmento com baixa umidade, que é utilizado na culinária. Outro detalhe que contribui para seu difícil cultivo é o fato de que sua propagação não se dá por sementes, já que se trata de uma planta estéril. Apenas seu bulbo pode ser usado para dar origem a novas plantas e gerar então novas inflorescências (BEYGI, 2010).

Exatamente por seu alto valor de mercado, o açafrão verdadeiro é cultivado em diversos lugares do mundo. No entanto, estima-se que sua origem seja nas regiões mais quentes da Ásia Menor, Pérsia ou Grécia, e foi disseminado no período das cruzadas pelos espanhóis através do comércio pelo Mediterrâneo (DAR, 2017). Atualmente, os maiores produtores de açafrão verdadeiro são a Espanha, principalmente as regiões de Castela e Mancha, que se destacam pela qualidade do produto (PUGA, 2013), e o Irã, que se destaca pelos números de produções. Estima-se que em 2016 foi gerada uma receita de US\$ 104 milhões, referentes à venda de açafrão verdadeiro (TRIDGE, 2019).

Os usos do açafrão verdadeiro estão ligados à culinária por ser um dos condimentos mais antigos de diversas culturas largamente apreciadas pelo mundo. No entanto, o seu interesse para utilização na área farmacêutica, seja para formulação de cosméticos ou medicamentos, também cresce. O uso do açafrão verdadeiro como colorante para produtos têxteis, tratamentos para a pele, devido a sua ação anti-inflamatória, antioxidante, antitumoral e antidiabética são grandes incentivos para a contínua pesquisa de suas potencialidades.

2.3 Açafrão-da-Terra

A *Cúrcuma longa linn*, conhecido no Brasil, comumente de açafrão da Índia ou açafrão-da-terra, é um condimento utilizado por diversas culturas em sua culinária e até mesmo como medicamento (GRANDI, 2014). Sua tradição de uso se origina no sul da Índia, mas também é cultivada há séculos na China, Indonésia, Sri Lanka e Kuwait (GOVINDARAJAN, 1980).

O condimento amarelo obtido do processamento dos rizomas de açafrão-da-terra, encontrado comumente na forma de pó, confere aos alimentos, além da coloração amarelo alaranjada, um aroma picante e sabor amargo (PÉRET-ALMEIDA, 2006). Sua utilização desde a antiguidade denota sua vasta possibilidade de aplicação.

Apesar de ter origem estrangeira, se instalou em diversas regiões do Brasil como uma planta subespontânea, ou seja, sem a interferência deliberada do homem, durante o período colonial. O maior produtor brasileiro é o estado de Goiás, onde destaca-se o município de Mara Rosa (BARTHOLO, MOURA, ALMEIDA, 2005). A região apresenta uma boa eficácia no cultivo, tendo em média produções de 16,5 toneladas ao ano. De acordo com o censo agropecuário, os estados brasileiros maiores produtores de açafrão-da-terra são Goiás, que produziu 23,8%, seguido por Minas Gerais, com 15,6% da produção nacional, São Paulo, com 19,24% e o Paraná, com 2,9% (IBGE, 2013).

O açafrão-da-terra é uma planta de clima tropical úmido, tendo seu desenvolvimento mais eficaz em temperaturas de 20 a 30 °C, em altitudes de 1500 m e necessitando de, no mínimo, 1500 mm de água por ano. Quanto ao solo ideal, locais que apresentam um solo de constituição areno-argiloso com boa drenagem, não compactados e, com pH entre 5,8 e 6,8 favorecem o desenvolvimento dos rizomas, seja em quantidade ou em tamanho (PEREIRA, 2004).

Para sua propagação alguns requisitos devem ser cumpridos, como época do ano e forma de plantio; estágio de maturação dos rizomas para a colheita; qualidade do propágulo-semente ou também conhecida “muda”. Como o açafrão é propagado vegetativamente, ou seja, não apresenta sementes, utiliza-se a raiz mãe para sua replicação. Um dos pontos de maior interesse para que se obtenha um produto final de alta qualidade é o estágio de desenvolvimento do rizoma. No estágio inicial, estes apresentam maior reserva de nutrientes, porém baixa quantidade de carotenoides e baixo peso (EPAMIG, 2007).

Para que o plantio seja feito adequadamente, as mudas devem ser colhidas entre os meses de julho e agosto, e o plantio, propriamente dito, deve ser realizado no início do

período chuvoso. Quanto à configuração do plantio, recomenda-se espaçamentos de 0,60 m entre linhas de até 10 rizomas e 0,10 m entre cada muda, conforme apresentado na Figura 3 (SOUZA; OLIVEIRA FILHO, 2011). A colheita de ser feita cerca de nove a dez meses depois do plantio. O estágio de maturação ideal pode ser observado a partir do amarelamento e secagem das folhas que ocorre de sete a oito meses após o plantio, respeito estes períodos obtém-se rizomas com maior qualidade e maior teor de curcumina (CECÍLIO FILHO, 2004).

Figura 3 - Canteiro de plantio do açafão-da-terra



Fonte: Autoria própria

O açafão-da-terra é uma planta herbácea, da Família das *Zingiberaceae*, de caule do tipo rizoma sendo um o rizoma principal, de formato ovalado, e diversos secundários, alongados e chamados popularmente de dedos (GRANDI, 2014). Quando estes rizomas se tornam maduros apresentam a coloração característica alaranjada ou até mesmo avermelhada, conforme mostrado na Figura 4 (pg 9).

Figura 4 - Açafrão da terra



Fonte: Autoria própria

De acordo com as condições climáticas e solo favorável, a planta pode atingir alturas de 1 a 1,5 m e podem ser reconhecidas por folhas grandes e alongadas surgindo de sua base e apresentam odor apimentado característico quando amassadas, já suas flores serão amareladas e terão sua inflorescência em formato de espiga conforme mostrado na Figura 5 (LORENZI; MATOS, 2008).

Figura 5 - Inflorescência do pé de açafrão-da-terra



Fonte: EMBRAPA, 2010

Na Figura 6 pode-se observar o aspecto do vegetal logo após ser colhido apresentando folhas já amareladas e secas.

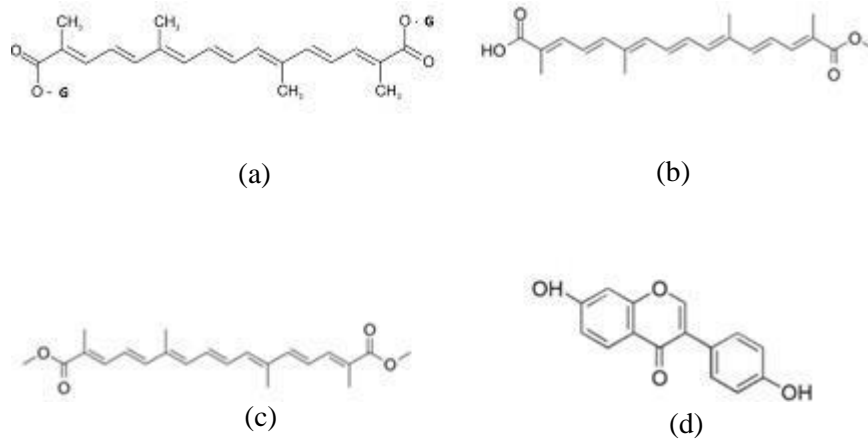
Figura 6 – Açafrão-da-terra antes da realização da limpeza e higienização



Fonte: Autoria própria

A coloração amarelada, característica dos rizomas, é proveniente da presença de alguns carotenoides em abundância. Sua composição química pode ser ligeiramente variável em decorrência das condições do local de cultivo (ARAÚJO; LEON, 2001). Dentre os carotenoides encontrados em maior quantidade destacam-se crocina, crocetina, dimetil crocetina e picrocrocina crocetina, com estruturas elucidadas na Figura 7 (pg. 21), respectivamente.

Figura 7 – Estruturas de alguns dos carotenoides e isoflavona presentes no açafão-da-terra



G = Glu β(1 a 6) Glu

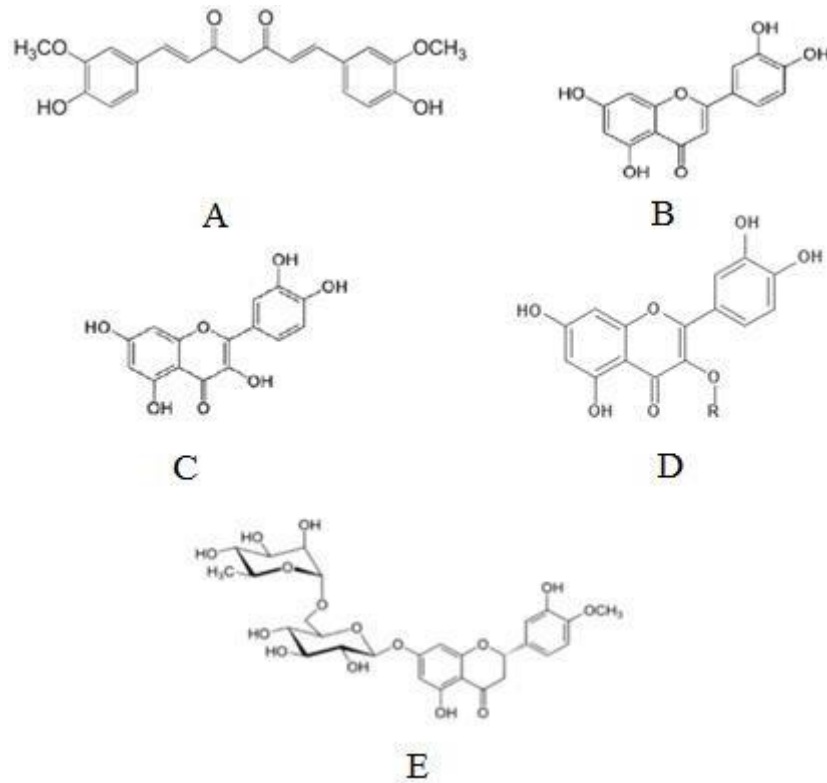
(a) Estrutura da crocina; (b) estrutura da crocetina; (c) estrutura do dimetil crocetina; (d) estrutura da pirocrocina

Fonte: MedChemExpress, (2013; 2022)

Outros compostos bioativos encontrados também são os curcuminoides, que possuem atividade antioxidante, sendo os três com maior teor a curcumina em 60% á 70%, demetoxicurcumina com teores de 20% a 27% e bisdemotoxicurcumina 10% a 15%, estes compstos

. Outros compostos presentes são os flavonoides, como a luteolina, quercetina, rutina e hesperidina, bioflavonoides que, também, possuem atividade antioxidante e por fim as antocianinas, pigmentos relacionados a colorações avermelhadas em vegetais, apresentados respectivamente na Figura 8 (ALMEIDA, 2006).

Figura 8 - Estrutura de compostos presentes no açafão-da-terra



R = Dissacarídeo (Raminose + Glicose)

(A) estrutura da curcumina; (B) estrutura da luteolina; (C) estrutura da quercetina; (D) estrutura da rutina; (E) estrutura da hesperidina

Fonte: 58° CBQ , 2018

Em relação aos macro nutrientes presentes no rizoma do açafão-da-terra, pode-se destacar a presença majoritária de polissacarídeos, sobretudo amido, seguido de proteínas, lipídeos, cinzas e fibras e baixos teores de umidade, conforme demonstrado na Tabela 1 (pg. 13). A composição varia de acordo com a região, com o manejo agrícola, com o grau de maturidade dos rizomas no momento da colheita, dentre outros fatores, que podem interferir, também, nas características sensoriais do produto, sobretudo o *flavor* (FONTES, 2018).

Tabela 1 – Composição química do açafrão-da-terra

Componentes principais	Em 100 g
Água	11,90 g
Valor energético	310,00 kcal
Proteína	11,43 g
Gorduras totais	5,85 g
Carboidratos	65,37 g
Fibra Alimentar	3,90 g

Fonte: UFSP, 2018

A comercialização da cúrcuma, seja para cliente final ou como matéria-prima para indústrias, pode ser feita na forma de pó, extrato purificado, ou oleorresinas. Essa variedade permite sua utilização em um grande número de formulação e em diferentes produtos (MARTINS; RUSIG, 1992). Em uma escala global, a aplicação deste condimento se mostra num exponencial de crescimento, seja para confecção de pães e bolos, ou como corante em preparo de condimentos como mostardas, sorvetes, derivados lácteos naturais, no preparo de salgadinhos do tipo “chips”, embutidos, carnes e seus derivados (CECÍLIO FILHO, 1996).

Para além das diversas aplicações na indústria alimentícia, que já fazem uso do açafrão como matéria-prima, há também o interesse acerca das propriedades farmacêuticas da planta e seu extrato. Após extensa pesquisa realizada por profissionais do Ministério da Saúde para a Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS) pôde-se avaliar, dentre os mais de mil estudos analisados, uma centena de artigos que foram capazes de confirmar atividades terapêuticas a partir de suplementações com o açafrão-da-terra, em especial como coadjuvante no tratamento de diferentes formas de câncer (MARMITT, 2016).

Por ser um produto de origem natural, necessita de pouco processamento e traz uma coloração próxima à da tartrazina, aditivo comprovadamente responsável por diversas reações alérgicas aos consumidores de alimentos industrializados (CECÍLIO FILHO, 2000; SOMASUNDARAM, 2002).

2.4 Desidratação de Alimentos

O Brasil é reconhecido como um dos maiores representantes do agronegócio e ocupa a terceira colocação em produção de frutas e legumes mundial, mesmo que a maior parte de sua produção esteja voltada para o mercado interno e cerca de 3% é exportado, ainda pode ser considerado uma potência (EMBRAPA, 2019). Observando a distribuição interna destes gêneros agrícolas, diversos estabelecimentos passam por um mesmo problema, o desperdício de gêneros muito perecíveis, e por todo o país este desperdício varia entre 15 e 50% segundo as Centrais de Abastecimento de Alimentos (CEASA). Logo, para a solução deste problema, alguns métodos de conservação e reaproveitamento destes gêneros devem ser utilizados e explorados a fim de propiciar redução da perda destes gêneros agrícolas (OLIVEIRA; RIBEIRO; SATURNO, 2018).

A desidratação dos alimentos, principalmente de gêneros altamente perecíveis, como frutas e vegetais, os torna mais uma vez disponíveis como matérias-primas para a produção de diversas classes de alimentos, sendo massas, laticínios, sucos, alimentos instantâneos, ou até mesmo produtos finais com alto valor agregado (ALMEIDA, LIMA e SOUZA, 2016). Algumas vantagens do processo de secagem e desidratação dos alimentos estão relacionadas ao aumento da disponibilidade do alimento, como o aumento de vida útil, menor perda de nutrientes dos alimentos e concentração dos mesmos pela perda da água, logística facilitada para o transporte, baixo custo e mão de obra inespecífica além da redução das perdas no processo pós-colheita (EMBRAPA, 2010).

Para elucidar o princípio da secagem é necessário que se entenda os conceitos de conteúdo de água e atividade de água. Ao se tratar de alimentos, o conteúdo de água se trata do principal fator que propicia a alteração de seus aspectos sensoriais como a textura, aparência, sabor e odor. Este parâmetro é expresso como mostrado na Equação 1, sendo um valor obtido a partir da determinação de água total presente no alimento, e é determinado pelo método de secagem em estufa (CELESTINO, 2010).

$$\% \text{ Base seca.} = \frac{\text{massa de água}}{\text{massa de sólidos}} \times 100 \quad (\text{eq 1})$$

Já a atividade de água se trata da quantidade de água não ligada, ou seja, a quantidade de água que está presente nos espaços entre os poros dos alimentos e nos espaços intergranulares. Esta água tem suas propriedades físicas mantidas e, pode atuar como solvente

para compostos cristalinos e pode dispersar substâncias coloidais. Para se obter em valores a atividade de água (Aa) é feita uma relação entre a pressão vapor do alimento (P) e a pressão de vapor de água pura (P₀), conforme a Equação 2 (AZEREDO, 2004).

$$Aa = \frac{P_v}{P_s} \quad (\text{eq 2})$$

A secagem de alimentos tem como objetivos trazer a atividade de água e o conteúdo de água a níveis satisfatórios, que retardam a degradação dos alimentos. Um valor de atividade de água próximo de 0,6 existe uma probabilidade de crescimento de microrganismos quase nula e, em valores menores que 0,3, as reações químicas apresentam velocidade quase zero, diminuindo ainda mais o desenvolvimento dos agentes degradantes.

Após a secagem independentemente do método utilizado pode-se obter o valor de umidade final em base úmida (BU) para assim justificar se o método foi eficiente ou não, para tal utiliza-se a massa de água (Ma) contida no volume total do material analisado e a massa da parte sólida (Ms) existente neste volume de acordo com a Equação 3 (CAPUTO, 2017).

$$BU (\%) = \frac{Ma}{Ms} \times 100 \quad (\text{eq3})$$

2.4.1 Desidratadores

Anteriormente ao desenvolvimento de equipamentos para a secagem, o método mais comum e tradicional é o aproveitamento da radiação solar, seja por incidência direta aos produtos que se deseja secar, espalhados por uma superfície, ou com o auxílio de estufas arejadas. Atualmente, diversos tipos de secadores solares estão disponíveis no mercado e conseguem otimizar o uso desta fonte de energia gratuita. No entanto, há outro coadjuvante que atua no processo de secagem nestes equipamentos, a convecção. A transferência de calor e massa acontece em três estágios, o primeiro período mais curto com alta taxa de secagem, ou seja, retirada mais rápida de água. No segundo estágio há um aumento de temperatura do meio sólido e a secagem ocorre de forma mais lenta. Já no terceiro estágio, a taxa de secagem é quase irrisória, atingindo então a umidade de equilíbrio, onde não ocorrerá mais a retirada de água (VILELA, 2008). Sobre o quão rápido o processo de secagem pode ser, a cinética do processo será dada de acordo com as características do material utilizado, a umidade relativa, temperatura e velocidade do ar aplicado (TELIS; ROMERO, 2005).

Como forma de otimizar ainda mais esta desidratação as técnicas de secagem artificiais vêm evoluindo juntamente com a indústria alimentícia. Nestes processos, o alimento é inserido no equipamento e a desidratação ocorre por um dado período de tempo, podendo ser em batelada ou de forma contínua. Para o processo de desidratação, utiliza-se o ar quente por convecção, sendo que é mantida a umidade baixa dentro da câmara e ao decorrer do tempo pode ser observada a queda de umidade do alimento com o aumento da temperatura.

Dentre os secadores que utilizam ar quente, os mais comuns, utilizados nos processos de secagem principalmente de frutas, legumes e hortaliças, são os secadores de bandejas. Esses equipamentos processam o material em batelada, conforme o mostrado na Figura 9. Não há grandes alterações nas características iniciais do produto, uma vez que não são utilizadas altas temperaturas altas, sendo programados na faixa de 30 a 60 °C (FIB, 2013).

Figura 9 - Secador de bandejas



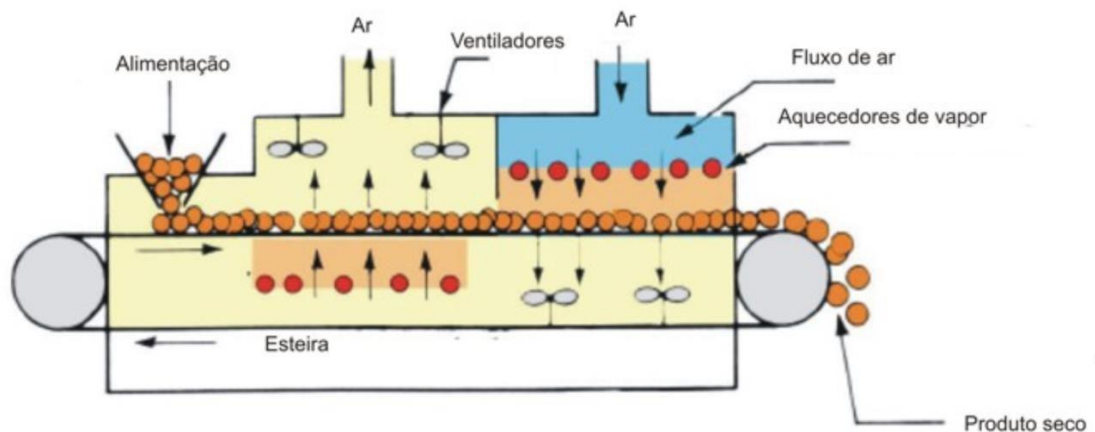
Fonte: UFRJS, 2020

O material para ser processado neste tipo de secador deve ser disposto em camadas bem finas nas bandejas perfuradas no interior da câmara e será submetido ao ar quente impulsionado pelos ventiladores no seu interior. Para garantir a eficiência e homogeneidade do processo são colocados telas e condutores que realizaram o direcionamento do ar sobre o produto em velocidades de 2 a 5 m/s. A utilização deste tipo de secador apresenta algumas limitações, quanto ao volume que pode ser processado, na faixa de 1 a 20 ton/dia e a

eficiência térmica deste tipo de secador, seja com aquecimento por queimadores diretos de gás ou resistências elétricas, é de 20 a 50% (CELESTINO, 2010).

Outro tipo de secador largamente utilizado é o secador de esteira, que tem como característica realizar o transporte do material de interesse por esteiras perfuradas. Ao passar pelo interior da câmara de secagem, em forma de túnel, recebe um jato de ar quente como é mostrado na Figura 10. Neste processo são controlados diversos parâmetros como, a umidade relativa no interior da câmara, temperatura, que pode chegar até 130 °C, e a velocidade de circulação e recirculação do ar, na faixa de 1,5 m/s em todo o percurso do túnel (UFRJ, 2020).

Figura 10 - Secador de esteira



Fonte: UFRJS, 2020

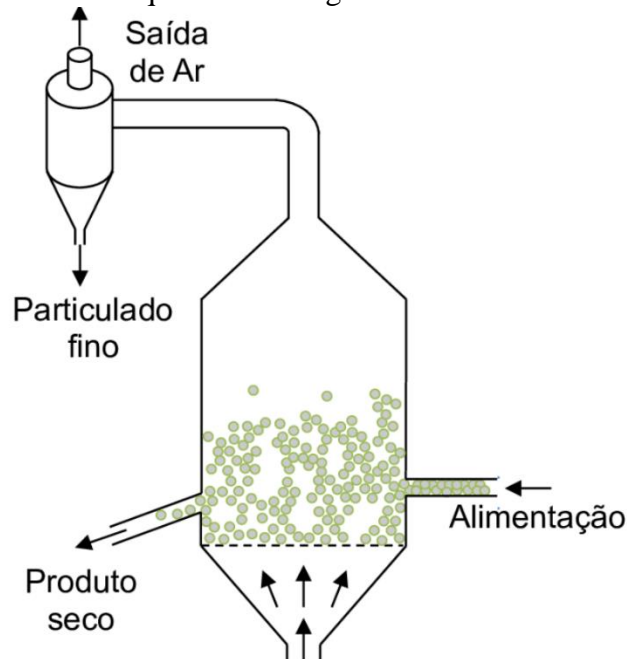
Neste tipo de secador são inseridas grandes quantidades de produtos diferentes, como cereais, oleaginosas, frutas, tubérculos e sementes. Deve ser utilizado sempre no máximo de sua capacidade, caso contrário, a operação ocorrerá fora dos padrões econômicos desejados. Desta forma, uma das vantagens deste equipamento seria a larga escala que acomoda, mas da mesma forma a instalação fabril deve suprir a necessidade de um contingente de matéria-prima adequado (LOPES, 2007).

O terceiro tipo de secador que utiliza ar quente, comumente aplicado na indústria alimentícia, é o secador de leito fluidizado, utilizado para processos como a produção de produtos instantâneos alimentos instantâneos derivados de diversos produtos vegetais, corantes, dentre outros. Neste equipamento é realizada uma fluidização, onde a fase sólida assume um estado de fluido, enquanto a fase gasosa escoar sobre as partículas presentes em uma velocidade específica. Quando se utiliza o ar quente no processo, geralmente será com o objetivo de produzir materiais em pó ou granulados com algum teor de umidade.

O

processo também possibilita certa economia de energia, funcionando em temperaturas mais baixas de operação (VILELA, 2008). O equipamento é constituído de uma câmara fluidizada, que pode operar a partir da energia gerada por gases de chaminés de caldeiras, trocadores de calor, resistências elétricas ou queimadores a gás, um difusor de fluxo de ar, que movimentará o material dentro do aparelho e os sistemas de alimentação de descarga, que realizam a integração do conjunto, conforme demonstrado na Figura 11.

Figura 11 - Esquema de secagem em leito fluidizado



Fonte: BARROS, 2019

O processo chega ao fim quando o material inserido atinge o nível de umidade desejado e um sistema pneumático realiza a extração por meio de dutos no interior da câmara. O material é então encaminhado a um ciclone que realizará a separação do material seco dos gases utilizados no processo, estes gases podem ser reutilizados dentro do processo já que se pode passá-los por um sistema de filtragem (RAMIREZ, 2017).

2.4.2 Airfryer

A *airfryer* tornou-se um eletrodoméstico muito popular no Brasil. De acordo com a Câmara do Comércio de Minas Gerais (2020), houve um aumento de 22 % no número de compras deste aparelho, que promete uma “fritura” sem o uso de óleo, através do ar quente. O

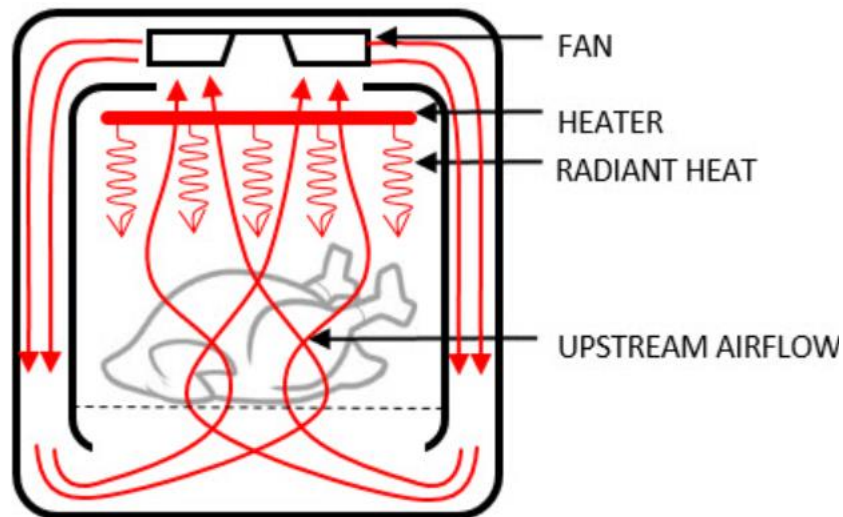
princípio de funcionamento do equipamento faz com que o preparo dos alimentos seja rápido, eficaz e sem adição de gordura (STIER, 2014).

Apesar de seu estrondoso sucesso principalmente após os anos de 2017 e 2018, o dispositivo foi criado em 1987 e teve sua patente aprovada em 1989, pelo inventor norte americano Chad S. Erickson. O equipamento foi desenvolvido com o intuito de se tornar uma alternativa para pessoas que procuravam melhorar seu estilo de vida (SONY, 2018). Outro ponto que o aparelho prometia revolucionar seria o tempo de cocção dos alimentos, já que na década de 80, os fornos convencionais não apresentavam um bom isolamento térmico e aquecimento rápido, e a outra alternativa viável, o forno de micro-ondas, não conseguia deixar a camada superficial de caramelização dos alimentos da forma que os clientes gostariam (ARIAS, 2019).

Embora os fornos convencionais possam acomodar mais alimentos de uma só vez, as fritadeiras a ar atendem a mais usos e, geralmente, são mais eficientes, consumindo significativamente, menos energia e exigindo tempos de cozimento até 50% mais curtos e tempos de pré-aquecimento até 75% mais curtos (APDS, 2016).

Atualmente, a popularidade do aparelho está mais ligada à sua função de preparo sem a utilização de óleo e assim reduzindo os produtos de oxidação do colesterol, ou COPs encontrados em alimentos fritos (FERREIRA, 2017). Para prepara, por exemplo, peixes fritos em óleo, estes podem sofrer oxidação lipídica, já que são ricos ácidos graxos poli-insaturados. Quando se utiliza a *airfryer*, o método de preparo chega a reduzir estas substâncias em até 63% (SHAWN, 2022).

O funcionamento do equipamento é basicamente idêntico para todas as marcas disponíveis no mercado. A bobina elétrica realiza o aquecimento do ar internamente. Hélices acopladas juntamente às bobinas realizam a movimentação deste ar em direção ao alimento na porção traseira dos equipamentos, há uma saída de ar úmido, conforme Figura 12 (pg. 20).

Figura 12 – Esquema de funcionamento *airfryer*

Fonte: PHILIPS ©, 2021.

Em apenas três minutos a temperatura interna no aparelho pode chegar a até 300 °C. O formato da bandeja onde os alimentos são colocados, com perfurações em sua parte inferior propiciam a circulação mais efetiva do ar, possibilitando que este entre em contato com a maior parte da superfície do alimento, aquecendo a água presente e assim realizando o cozimento (AUYONG, 2020).

A utilização da convecção e a possibilidade de seu uso para a desidratação, ou secagem de alimentos vegetais, torna o uso da *airfryer* vantajoso, visto que todos os parâmetros de um secador industrial estão presentes: controle de temperatura, circulação de ar aquecido e saída de umidade (WALKER, 2020).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

3.1.1 Matérias-primas

Para realização da parte experimental deste trabalho, foram utilizados 4kg de rizomas de açafrão-da-terra, que foram cultivados por 7 meses e colhidos no mês de Setembro de 2019 no município de Rio Acima, região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais.

3.1.2 Ingredientes

Para o preparo do tempero, utilizou-se sal iodado (marca Globo); amido de milho (marca Pachá), tomate seco em pó (marca Zona Cerealista), azeite de oliva virgem, acidez máxima, 0,2 % (marca O-live) e açúcar impalpável (marca Itaquara).

3.1.3 Equipamentos

Os equipamentos utilizados durante as etapas de processo foram um fatiador de legumes manual, do tipo mandolim 3 mm; liquidificador doméstico (Philco); peneiras granulométricas de 20, 30, 40, 50 mesh, da marca Central Mesh e *airfryer* de 3,2 L de capacidade (Philco).

3.2 Métodos

3.2.1 Preparo da matéria-prima

Após colheita e separação dos rizomas do açafrão-da-terra, estes foram lavados em água potável corrente, secos, em temperatura ambiente, por cerca de 30 min, como demonstrado na Figura 13 (pg. 22).

Figura 13 – Rizomas e raízes-mãe após da higienização



Fonte: autoria própria

O corte das frações selecionadas foi feito utilizando um fatiador manual, tipo mandolina, calibrada para cortes de três minutos de espessura. A conferência e padronização das fatias de aça açafão-da-terra foram feitas usando um paquímetro, como pode ser observado abaixo (Figura 14).

Figura 14 – Fatia de açafão-da-terra



Fonte: autoria própria

As lâminas de açafão obtidas foram, posteriormente, selecionadas e dispostas em tábua de corte em temperatura ambiente por 30 min, para secagem preliminar, conforme Figura 15 (pg, 23).

Figura 15 – Fatias de açafrão da terra



Fonte: autoria própria

3.2.2 Desidratação

Para esta etapa utilizou-se um forno de convecção, conhecido como fritadeira a ar, ou mais popularmente, como *airfryer*, da marca Philco, com 3,2 L de capacidade.

O processo de desidratação aconteceu em temperatura de 60 °C, por 100 min. Durante esta etapa, realizou-se pesagens das amostras desidratadas a cada 10 min, para construção da curva de secagem.

3.2.3 Moagem e padronização do tamanho da partícula

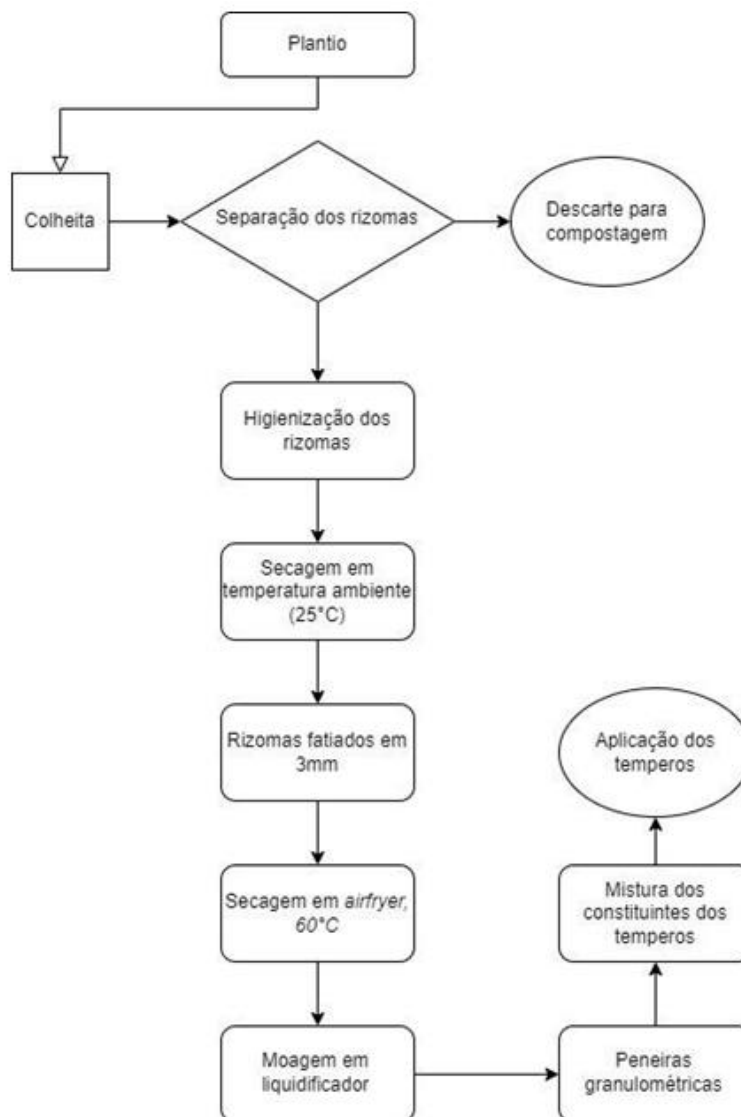
Após a obtenção do produto desidratado, estes foram triturados em liquidificador doméstico (marca Philco). Em seguida, realizou-se a padronização do tamanho das partículas por peneiramento, utilizando-se peneiras gravimétricas de 20, 30, 40 e 50 mesh.

3.2.4 Processamento dos rizomas

As etapas do processo de desidratação até a obtenção do tempero em pó baseadas na metodologia de Caldeira et al. (2011), estão descritas a seguir e podem ser observadas no fluxograma da Figura 16. Após a colheita e separação das folhas, caules e rizomas, fez-se a higienização e, em seguida uma secagem, por 30 min em temperatura ambiente. Depois de secos, os rizomas foram fatiados (3 mm) e desidratados em *airfryer* por 60 °C durante 100 min. Os rizomas desidratados foram, então, triturados em liquidificador doméstico. Após a

trituração, foi feita uma separação granulométrica. A partir dessa separação, partiu-se para o desenvolvimento da formulação dos temperos. O processo foi desenvolvido baseado na metodologia de Caldeira (2011) e teve início da colheita dos rizomas após 7 meses do plantio em Setembro de 2019, foi feita então a separação dos rizomas e raízes-mãe, tendo os caules e folhas descartados para compostagem. Foi feita então a higienização dos rizomas com hipoclorito de sódio á 2,5% seguido de uma secagem preliminar da água superficial em temperatura ambiente á 25°C. Os rizomas foram então fatiados com o uso de mandolim na espessura de 3mm e foi feita então a secagem em airfryer por 100 minutos á 60°C. Por fim foi feita a moagem das fatias dos rizomas secos em liquidificador e foi feita a separação granulométrica por peneiras de Mesh, 20, 30, 40 e 50.

Figura 16 – Fluxograma das etapas de desenvolvimento do tempero



3.2.5 Formulação do tempero

Pensando nos métodos mais usuais de aplicação de aromatizantes na indústria alimentícia foram desenvolvidas três formulações em pó e uma formulação de açafrão por infusão em azeite, em que 25 g de pó de açafrão passaram por um processo de infusão por 72 h e a cada 24 h retirou-se uma alíquota para teste de aplicação.

Para testar essas formulações, batatas chips lisa e ondulada e batata palha foram utilizadas como veículo. Dessa forma, para 1 kg de batata, fez-se as seguintes formulações, denominadas A, B, C e D, conforme o demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Formulações do tempero

Formulação	Ingredientes	Quantidades (g)
A	Açafrão em pó	95
	Sal iodado	5
B	Açafrão em pó	65
	Sal iodado	5
	Amido de milho	30
C	Açafrão em pó	65
	Sal iodado	5
	Amido de milho	20
	Tomate seco em pó	10
D	Açafrão em pó	25
	Azeite extravirgem	75

Fonte: Autoria própria

Para a homogeneização de cada uma das formulações propostas, os constituintes foram inseridos na função de multiprocessador do liquidificador com auxílio de pás de plástico, mantendo a granulometria obtida através das peneiras. Cada uma das formulações foram realizadas em triplicata e submetidas a ciclos de 1 min de homogeneização.

3.2.6 Testes de aplicação

Para realização dos testes de aplicação foi utilizada uma mesa de aplicação em inox em que 200 g das batatas chips lisa ondulada e palha foram dispostas por toda sua extensão. Cada tipo de batata de cada vez, ainda quente, recebeu o tempero de forma dispersa para as

formulações em pó. Após a aplicação, as batatas foram revolvidas com o auxílio de luvas até que estivessem homogêneas e todas recebessem uma camada satisfatória de tempero.

Para o cálculo posterior do rendimento recolheu-se as batatas e o resíduo de aplicação foi recolhido e pesado. Este procedimento foi repetido para cada tipo de batata, *chips* lisa, *chips* ondulada e palha, em triplicata e foi feito de acordo com a Equação 4.

$$\frac{\text{Massa de água perdida}}{\text{Massa inserida na airfryer}} * 100 \quad (\text{eq 4})$$

3.2.7 Curvas de secagem

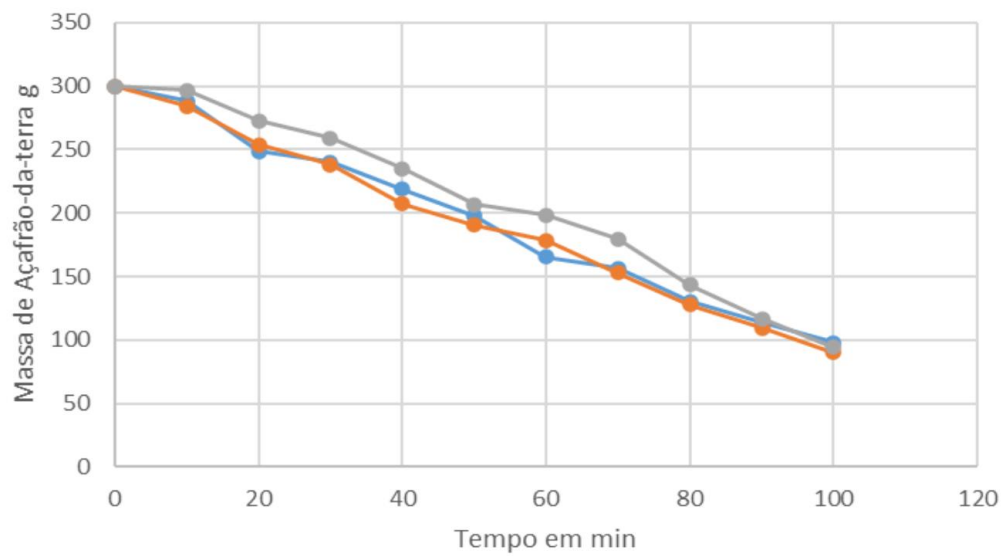
Após a secagem e moagem, em triplicata, dos rizomas de açafrão-da-terra, foram obtidos os valores de massa a cada 10 min em *airfryer* para construção das curvas de secagem de cada batelada. Para cada batelada, os valores foram plotados em gráfico utilizando a ferramenta Excel e o programa SCiDAVis para analisar a linearidade do processo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Curvas de secagem

A desidratação do açafão-da-terra foi feita em *airfryer* e 60 °C por 100 min, para cada batelada, fez-se uma curva de secagem, que podem ser observadas na Figura 17.

Figura 17 - Curva de secagem, em triplicata, do açafão-da-terra em *airfryer*



Fonte: Autoria própria

De acordo com as curvas de secagem de cada repetição do processo de desidratação, percebeu-se que o perfil visual decrescente das curvas é característico com um processo de secagem efetivo, conforme Péret (2006).

Quanto a umidade final, após a desidratação para a primeira batelada (A), foi obtido o valor de 67,36%. Para a segunda batelada (B), 70,0% e, para a terceira batelada (C) 68,6%. Tendo obtido uma umidade final média de 68,6%. Segundo a tabela TACO (2011), o teor de umidade do açafão-da-terra comercializado no Brasil apresenta alta umidade, em torno de 74%.

Jittanit (2011) utilizou o forno convencional para a secagem dos rizomas de açafão-da-terra em temperatura de 50 °C, por, no mínimo, 6 h. Já no trabalho de Silva, Seara e Charbel (2013), foi utilizado forno de micro-ondas para secagem de batata yacon (*Smallanthus sonchifolius*), em temperatura de 60 °C, por 40 min na potência de 750 W. Nessas condições, o equilíbrio e as curvas de secagem obtidas, foram semelhantes à de processos com secagem em estufa. Já Vilela e Artur (2008) utilizaram estufa de convecção forçada para secagem de diferentes cortes de rizomas de açafão-da-terra. Em temperatura de 50 °C foram necessários 10 h para se atingir as características mais satisfatórias.

Segundo estudos de Vilela (2008), a secagem de açafão-da-terra utilizando ar quente se mostra mais eficiente no quesito tempo gasto e, também, da menor degradação das características de interesse do açafão em comparação com outros métodos.

Dessa forma, comparando-se os parâmetros utilizado neste trabalho em questão, principalmente em relação ao tempo e temperatura do processo, a *airfryer* pode ser uma forma de otimização bem efetiva.

4.2 Rendimento após processo de obtenção do pó

Após a secagem em *airfryer* foi feita a moagem do açafão da terra em liquidificador doméstico. A fim de conhecer a eficiência da moagem, calculou-se o rendimento do processo, cujos valores podem ser observados na Tabela 3, (pg.29).

Tabela 3 – Rendimento da secagem em cada repetição

Parâmetros	Batelada 1	Batelada 2	Batelada 3
Massa inserida na <i>airfryer</i>	84,5 g	80,2 g	82,1g
Massa de água perdida	13,4 g	9,7 g	12,2 g
Rendimento	15,85 %	12,09 %	14,85 %

Kongkathip (2010) utilizou um *blender* doméstico de alta velocidade, que mostrou certa dificuldade para a moagem, uma vez que as fibras dos rizomas por vezes impediam o correto funcionamento do equipamento. Tischer et al. (2014) compararam a utilização de três métodos de moagem para *Baccharis articulata*. O mais eficiente foi a moagem por moinho de facas, já que o material de estudo apresentava matriz muito fibrosa e foi seco até teor de umidade inferior a 12%.

Desta forma ambos em ambos os trabalhos pode-se observar que a moagem por via seca e com emprego de lâminas se mostra eficiente frente a vegetais com propriedade rígida após secos. O que corrobora Custódio (2014), que mostra como o açafraão-da-terra tem sua estrutura muito fibrosa e necessita de aparelhos pensados para produtos com esta característica, enquanto na indústria utiliza-se tanto a moagem por via úmida necessitando de maceração dos grãos, centrifugação, lavagem e então a moagem por moinhos de diversos tipos (discos por exemplo). E moagem por via seca utilizando o atrito, para a escala deste trabalho utilizou-se o liquidificador como um equivalente.

4.3 Rendimento do processo de granulometria

A partir dos dados coletados na etapa de separação granulométrica, percebeu-se que houve uma grande perda de massa para que se conseguisse atingir um tamanho de partícula ideal que favorecesse a aplicação nas batatas. Para isso, deve-se considerar a aderência do produto aos chips e que, este ainda seja agradável em termos sensoriais.

Portanto, a peneira de 50 mesh, , selecionando partículas de 0,297mm ou menos, foi escolhida para ser a referência de tamanho de partícula. Quanto mais fina a granulometria das partículas, melhor é a aderência do tempero na superfície desejada (SCHUBERT,1993).

Realizado o processo de peneiramento para seleção do tamanho de partículas, coletou-se quanto em massa foi retido em cada malha, quanto em massa atravessou a malha e assim as

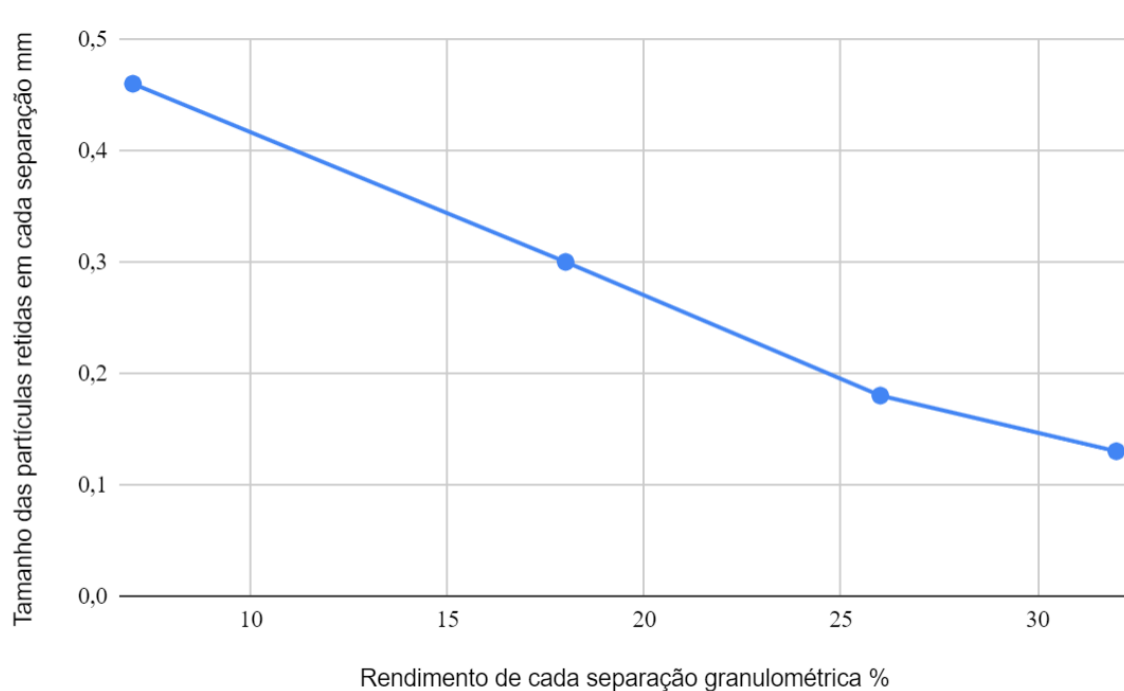
quantidades de cada tamanho de partícula foram obtidas. Os valores de rendimento de cada malha estão demonstrados na Tabela 4.

Tabela 4 – Rendimento do processo de granulometria

Massa total após moagem (g)	Massa retida em 20 mesh (g)	Massa retida em 30 mesh (g)	Massa retida em 40 mesh (g)	Massa retida em 50 mesh (g)
80,2 g	5,0 g	14,7 g	20,3g	25,3 g
100%	6,78 %	18,42 %	25,7%	31,54%

Na Figura 18 pode-se observar a curva granulométrica do pó obtido do açafão-da-terra desidratado.

Figura 18 – Gráfico da separação granulométrica do açafão-da-terra em pó



Fonte: Autoria própria.

Para *snacks* de produção industrial, o tamanho das partículas dos temperos ou aromatizantes a serem aplicados devem ser escolhidos pensando em sua dispersão e aderência na superfície, visto que são utilizados equipamentos como misturadores rotativos, que por vezes não permitem a visualização até que o alimento volte a linha de produção para ser empacotado. Desta forma, para a produção dos temperos a técnica mais utilizada sendo a de *spray-dryer*, que produz partículas de tamanho que varia de 20 a 180 micrômetros (Oliveira, 2018).

Para a análise sensorial, a coesão do alimento é de suma importância. Segundo Varela (2021) e Nguyen. (2021), a aceitação de um alimento está atrelada aos sentidos. Logo quando, é percebido visualmente a presença de um aditivo, como um tempero, na superfície de um alimento principalmente para alimentos que em que se alega diminuição de aditivos, espera-se que temperos em pó sejam quase imperceptíveis. Segundo Dutcosky et al. (2007), a necessidade de pós finos para a aplicação neste tipo de alimento tem se tornado indispensável.

4.4 Rendimento da aplicação das formulações de tempero

Após as aplicações de tempero aos *snacks*, foi possível quantificar quanto de cada tempero foi retido no *chips* e os seus respectivos rendimentos. Na Tabela 5, pode-se observar as perdas de açafrão puro aplicados nos três tipos de batata. Enquanto as Tabelas 6, 7 e 8 estão demonstradas as perdas da aplicação das formulações A, B e C, respectivamente.

Tabela 5 – Porcentagem de perda em massa de açafrão puro em 200 g de batatas (*chips* ondulada e lisa e palha)

Tipo de batata	Quantidade de açafrão (g)	Resíduo (g)	Perda (%)
Batata chips ondulada	10	3,2	32
Batata chips lisa	10	4,9	49
Batata palha	10	6,1g	61

Fonte: Autoria própria

Os dados referentes a perda de massa após aplicação da formulação A foram descritos na Tabela 6.

Tabela 6 – Porcentagem de perda em massa da aplicação da formulação A em 200 g de batata

Tipo de batata	Quantidade formulação A (g)	Resíduo (g)	Perda (%)
Batata chips ondulada	10	2,0	20
Batata chips lisa	10	3,7	37
Batata palha	10	5,8	61

Fonte: Autoria própria

Tabela 7 – Porcentagem de perda em massa da aplicação da formulação B em 200 g de batata

Tipo de batata	Quantidade formulação B (g)	Resíduo (g)	Perda (%)
Batata chips ondulada	10	1,3	13
Batata chips lisa	10	3,1	32
Batata palha	10	5,2	54

Fonte: Autoria própria

Tabela 8 – Porcentagem de perda em massa da aplicação da formulação C em 200 g de batata

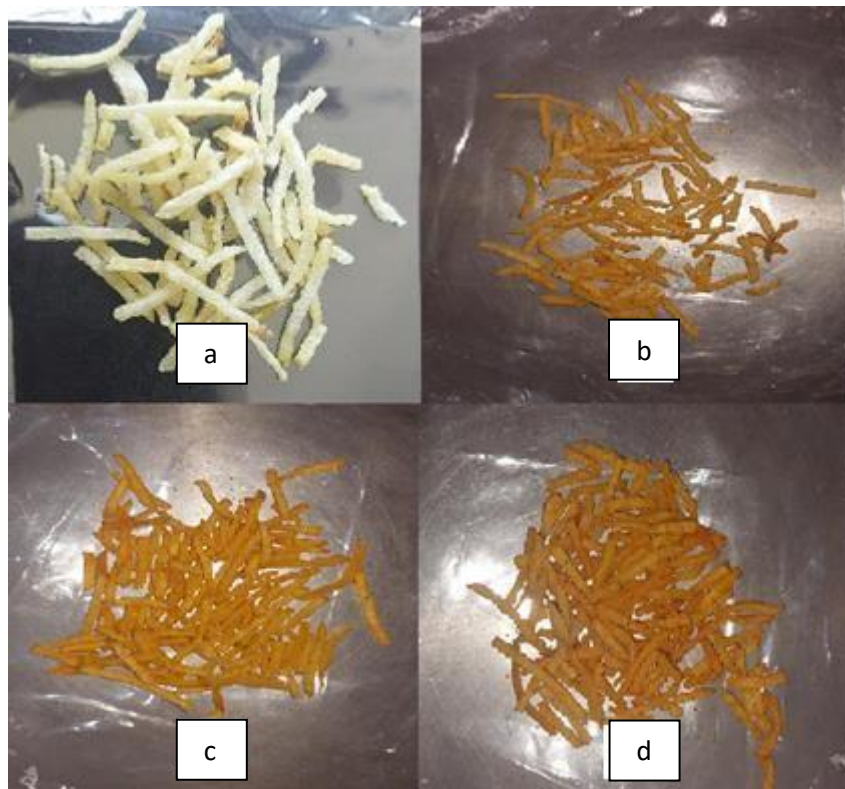
Tipo de batata	Quantidade formulação C (g)	Resíduo (g)	Perda (%)
Batata chips ondulada	10	1,7	17
Batata chips lisa	10	3,5	35
Batata palha	10	5,7	57

Fonte: Autoria própria

Para os valores obtidos na aplicação das formulações em pó, o corte de batata que demonstrou menor aderência do pó sendo a batata do tipo palha. Segundo Artur et al. (2008),

este tipo de corte, apesar de proporcionar maior área superficial, o tamanho da superfície disponível em cada pedaço de batata é menor do que para outros cortes, como bata *chips* lisa ou ondulada. Além do fator área superficial ainda existe o choque entre os pedaços de batata, que para a batata do tipo palha ocorrerá mais vezes, conseguindo arrastar o tempero para fora dos pedaços. Na Figura 19 pode-se observar como o aspecto visual da batata palha sem tempero e após a aplicação dos temperos.

Figura 19 - Aplicação das formulações em batata palha



(a) batata palha antes da aplicação; (b) após a aplicação do açafrão-da-terra puro; (c) após a aplicação da formulação B; (d) após a aplicação da formulação C

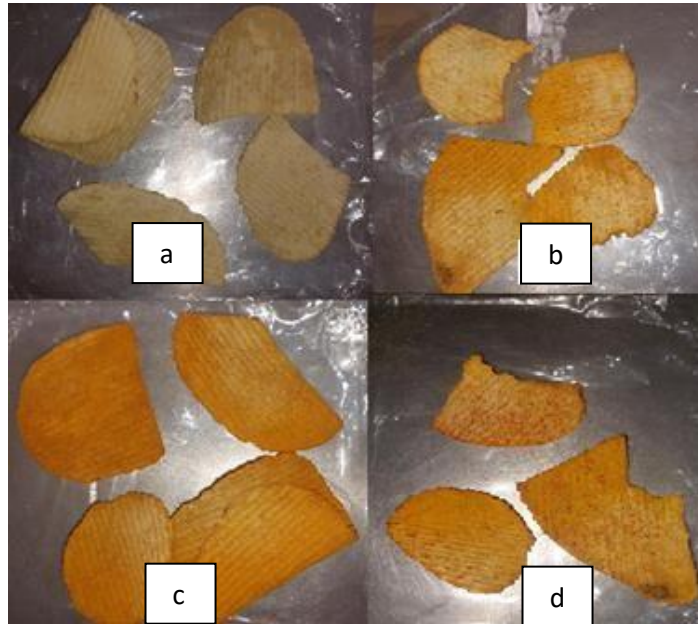
Fonte: Arquivo pessoal.

De acordo com os resultados, pode-se observar uma menor perda na aplicação das formulações (B e C), que apresentam amido de milho em sua composição. Tal fato pode ser explicado quando considerada a estrutura deste carboidrato composto por dois polissacarídeos, amilose e amilopectina. Organizados de forma linear, principalmente quando rico em amilose, estas moléculas tendem a se alinhar paralelamente e estando próximas o suficiente formam ligações de hidrogênio entre hidroxilas de polímeros adjacentes. Para chips fritos em gorduras de origem vegetal, como é o caso da matriz utilizada frita em óleo de palma, sua utilização na

composição do aroma empregado confere uma maior aderência à superfície (JORGE; LUNARDI, 2007).

Nas Figuras 20 e 21 observa-se as batatas *chips* onduladas e lisas, respectivamente antes e após a aplicação das formulações dos temperos.

Figura 20 - Aplicação das formulações em batata *chips* ondulada



(a) batata *chips* ondulada antes da aplicação; (b) após aplicação do açafrão-da-terra puro; (c) após aplicação da formulação B; (d) após aplicação da formulação C

Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 21 - Aplicação das formulações em batata *chips* lisa



- (a) Batata *chips* lisa antes da aplicação; (b) após aplicação do açafrão-da-terra puro;
(c) após aplicação da formulação B; (d) após aplicação da formulação C

Fonte: Arquivo pessoal.

Para a aplicação da formulação D não foi possível obter valores de rendimento já que o método se mostrou ineficaz e alterou as características de textura e visual dos chips utilizados, adquirindo características que os tornaram indesejados ao consumo, conforme o demonstrado na Figura 22. Houve modificação da consistência dos três tipos de batata utilizados: chips ondulada, lisa e batata palha, sendo que a batata chips lisa mostrou-se mais afetada, perdendo crocância de forma acentuada. Desta forma testes de rendimento não foram realizados.

Figura 22 - Aspecto visual do *chips* de batata lisa após aplicação da formulação D



Fonte: Arquivo pessoal.

Para a aplicação da formulação D, a infusão de pó de açafraão-da-terra foi eficiente. No entanto, para o veículo utilizado e a forma de aplicação, observou-se que não seria a melhor formulação a ser utilizada. A adição de um tempero na forma líquida e oleosa causou absorção imediata pelos *chips*, o que ocasionou perda de crocância. Além disso, foi necessária uma adição de maior quantidade de tempero e, com isso interferiu diretamente. No aspecto visual da batata, tornando-a menos atrativa. De acordo com Lucas et al. (2010), uma solução para menor absorção de óleos seria a adição de agentes que formem um filme gelatinoso ao redor do *chips* para prevenção desta textura indesejada.

Em relação à aceitabilidade de um novo produto no mercado, Justi et al. (2012) afirmam que a melhor aceitação de um novo produto, principalmente um aditivo, está intrinsecamente ligada aos costumes já presentes na alimentação de uma população, além do aspecto visual, de sabor e textura estarem alinhados as preferências particulares de cada indivíduo.

5 CONCLUSÃO

O açafão-da-terra mostrou-se extremamente versátil no que se refere à sua aplicação em diferentes formulações, principalmente em seu potencial corante e aderente a superfícies ricas em ácidos graxos como salgadinhos do tipo chips fritos em gorduras vegetais como de palma. Percebeu-se, também, seu potencial de conferência de sabor e, sobretudo aplicação na forma pulverizada ter obtido um melhor resultado final nos aspectos sensoriais de interesse da indústria para introdução no mercado nacional.

Assim, percebe-se a utilização de açafão-da-terra desidratado, em pó e em formulações de tempero mostrou-se interessante, principalmente pelo fato do rizoma em questão ser rico em compostos com atividade antioxidantes e ter uma coloração amarela, que pode ser, potencialmente, um substituto do corante tartrazina.

Muito embora os atributos sensoriais aspecto visual, observada pela coloração e textura, pela crocância, observados foram potencialmente satisfatórios, sabe-se que a realização de testes de análise sensorial, para conhecer, de fato, a aceitação e a preferência dos *snacks* temperados com as formulações a base de açafão-da-terra por parte dos consumidores são necessários.

6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O Açafraão-da-terra se mostrou uma matriz extremamente versátil quando sua aplicação é empregada principalmente na forma de um aditivo em pó juntamente com amido em alimentos processados com óleos como os *snacks* fritos.

Para um melhor aproveitamento desta matéria prima é necessário explorar uma otimização dos parâmetros de secagem, no processo de moagem o emprego de moinhos convencionais de larga escala como moinhos de bolas, para tentar reduzir o tamanho das partículas e uma análise mais aprofundada das formulações.

Para as formulações produzidas seria interessante realizar uma análise dos compostos bioativos presentes, para comprovar as potencialidades como a ação antioxidante, quantificar e caracterizar os compostos fenólicos totais e assim entender quais seriam as melhores formas de empregá-los e inserí-los no mercado.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RE nº 478, de 19 de março de 2002 Disponível em: <http://legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=5364&word> [consultado em: 18/01/2022]

ALMEIDA, L. P. Caracterização de pigmentos da *Curcuma longa*, L., avaliação da atividade antimicrobiana, morfogênese in vitro na produção de curcuminóides e óleos essenciais. 2006. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MBSA-6X4M39> [consultado em: 06/09/2022]

ARAÚJO CAC; LEON LL. 2001. Biological activities of *Curcuma longa* L. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v.96, n.5, p. 723-728. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfar/a/DxP9XGHXkqwdb9GgtDPJJMq/?lang=pt&format=pdf>. [Consultado em: 23/09/2022]

AUYONG, T. A. S. ., DE JESUS, S. C. M., MARALIT, D. D. G., OBELES, A. J. T., & B. DE JESUS. F. L. (2022). A Case Study on Factors Affecting the Perception of Customers in Purchasing Air Fryer Products: Basis for a Proposed Enhanced Marketing Promotion Program. *Journal of Business and Management Studies*, 4(2), 396–422. <https://doi.org/10.32996/jbms.2022.4.2.30> [consultado em 23/07/2022]

AKPOLAT, M., UZ, Y., & KIZILAY, G. (2010). Kanser tedavisinde curcuminin yeri. *Yeni Tıp Dergisi*; Cilt: 27 Sayı: 3. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5600> [consultado em: 18/01/2022]

AZEREDO, H.M.C. de. Fundamentos de estabilidade de alimentos. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 195p. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=425560&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22AZEREDO,%20H.%20M.%20C.%20de%22&qFacets=autoria:%22AZEREDO,%20H.%20M.%20C.%20de%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1> [consultado em: 09/10/2022]

AZEVÊDO, L.C. de. et al..Propriedades do amido e suas aplicações em biopolímeros 2018 Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/download/23173/PROPRIEDADES%20DO%20AMIDO%20E%20SUAS%20APLICA%20C3%87%20C3%95ES%20EM%20BIOPOL%20DMEROS/108497> [consultado em: 18/01/2022]

BEDIN, C.; GUTKOSKI, S.; WIEST, A.C. Atividade antimicrobiana das especiarias. Revista Higiene Alimentar, vol.13, n.65, São Paulo, Out.1999, p.26-29. Disponível em: <https://higienealimentar.com.br/wp-content/uploads/2019/07/REVISTA-176-177.pdf> [consultado em: 23/08/2022]

BUSH RK, TAYLOR SL, HEFLE SL. Adverse reactions to food and drug additives. In: ADKINSON NF, YUNGINGER JW, BUSSE WW, BOCHNER BS, HOLGATE ST, SIMONS FER. Middleton's Allergy Principles and Practice. 7a. Ed. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2009. Disponível em: https://www.academia.edu/34624166/Tudo_sobre_tartrazina [consultado em: 18/01/2022]

CAMILO, C. J., DE CARVALHO, N. K. G., NONATO, C. D. F. A., LEITE, D. O. D., DANTAS, A. R., PEREIRA, R. C., DA COSTA, J. G. M. (2020). Composição química e atividades biológicas in vitro dos óleos essenciais dos rizomas de *Zingiber officinale* Roscoe e *Curcuma longa* L.(Zingiberaceae). Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/8898> [consultado em: 18/01/2022]

CARRASCO, CRISTINA A., RAQUEL C., REGENTE L., NOVAK. Auriculoterapia: efeitos na ansiedade, sono e qualidade de vida. Revista Inspirar Movimento & Saúde . jul-set2020, Vol. 20 Issue 3, p1-15. 15p Disponível em: <https://web.s.ebscohost.com/abstract> [consultado em: 22/04/2022]

CAPUTO, Homero Pinto; CAPUTO, Armando Negreiros; Mecânica dos solos e suas aplicações. 7. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: LTC, 2017. Disponível em: <https://www.grupogen.com.br/livro-mecanica-dos-solos-teoria-e-aplicacoes-homero-pinto-caputo-e-armando-negreiros-caputo-editora-ltc-9788521637677> [consultado em: 17/05/2022]

CECÍLIO F., BERNARDES A., Época e densidade de plantio na produção de cúrcuma. Ciência Rural. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), v. 34, n. 4, p. 1021-1026, 2004. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/29292>. [consultado em: 18/06/2022]

CELESTINO, S. M. C. Princípios de Secagem de Alimentos. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/883845/principios-de-secagem-de-alimentos> [consultado em: 25/07/2022]

CHARBEL A. T., SEARA M. L., SILVA V. M. L. S., Secagem da Batata Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) Utilizando micro-ondas. Revista E-xacta Capa > v. 6, n. 2 (2013) > DOI: <http://dx.doi.org/10.18674/exacta.v6i2.768> [consultado e 14/09/2022]

CHESCA, A.C.; MOREIRA, P.A.; ANDRADE, S.C.B.J.; D'ANGELIS, C.E.; SILVEIRA, M. Especiarias contaminadas: risco à saúde do consumidor. Revista Higiene Alimentar, vol.18, n.118, São Paulo, mar. 2004. Disponível em: [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/higiene-alimentar/18-\(2004\)-118/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/higiene-alimentar/18-(2004)-118/) [consultado em: 30/03/2022]

DE CASTRO, M.C.J.; MACHADO, M.V.G.; BORGES, R.S.S. COVISA – Coordenação de Vigilância em Saúde (2009) - Uso de Edulcorantes em Produtos Diet e Light. Secretaria Municipal da Saúde de São Paulo. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/380292/> [consultado em: 18/01/2022]

DEFANI A. M., OLIVEIRA N. L. E., Utilização de plantas medicinais por diabéticos do município de Colorado-PR v. 8 n. 3 (2015): set./dez. doi: <https://doi.org/10.17765/1983-1870.2015v8n3.413-421> [consultado em: 20/01/2022]

DELEO, J. P. B. et al. O consumidor não é mais o mesmo!: Quais as novas tendências que vão nortear o consumo de frutas?. Brasil Hortifruti, Piracicaba, v. 17, n. 187, p. 1-34, mar./2019. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/edicao-de-marco-quais-tendencias-devem-nortear-o-consumo-de-frutas.aspx>. [consultado em: 18/01/2022]

DEIBLER K. D., DELWICHE J.. Handbook of flavor characterization: Sensory analysis, chemistry and physiology. Food Sci Technol. 2003. Disponível em: <https://www.amazon.com/Handbook-Flavor-Characterization-Physiology-Technology/dp/0367395029> [consultado em: 18/01/2022]

DUARTE, M. C. T., LEME, E. E., DELARMELINA, C., SOARES, A. A., FIGUEIRA, G. M., & SARTORATTO, A. (2007). Activity of essential oils from Brazilian medicinal plants on *Escherichia coli*. Journal of ethnopharmacology. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17210236/> [consultado em: 18/01/2022]

EGAN, H.; KIRK, R.S.; SAWYER, R. Analisis quimico de alimentos de Person. Compañía Editorial Continental, S.A, México, 1987. Disponível em: <https://scirp.org/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2016251>

FELLOWS, P. J. Tecnologia do Processamento de Alimentos. Princípios e Prática. 2ª Edição, Porto Alegre: Ed Artmed, 2006. FIB – Revista Food Ingredients Brasil, n 26, 2013. Alimentos

Desidratados. Disponível em: https://www.ufrgs.br/alimentus1/objetos/veg_desidratados/referencias.html [consultado em: 16/05/2022]

FERREIRA S. F., OLIVEIRA V. S., CHÁVEZ D. W. H., CHAVES D. S., RIGER C. J., SAWAYA A. C. H. F., GUIZELLINI G. M., SAMPAIO G. R., TORRES E. A. F.

S., SALDANHA T., Bioactive compounds of parsley (*Petroselinum crispum*), chives (*Allium schoenoprasum* L) and their mixture (Brazilian cheiro-verde) as promising antioxidant and anti-cholesterol oxidation agents in a food system, *Food Research International*, 10.1016/j.foodres.2021.110864, **151**, (110864), (2022). Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1750-3841.13967> [consultado em 23/07/2022]

FONTES, S. M. S. (2018). *Cúrcuma longa* L.: caracterização química e estudo da capacidade antioxidante. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/teses/2018/06/05/curcuma-longa-l-caracterizacao-quimica-e-estudo-da-capacidade-antioxidante> [consultado em: 23/09/2022]

GONÇALVES, G. M. S., BARROS, P. P., DA SILVA, G. H., & FEDES, G. R. (2019). The essential oil of *Curcuma longa* rhizomes as an antimicrobial and its composition by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. *Revista de Ciências Médicas*, 28(1). Disponível em: <https://seer.sis.puc-campinas.edu.br/cienciasmedicas/article/view/4389> [consultado em: 18/01/2022]

GONCALVES, L.; BORGES G., L.; DA SILVA M., J.; MACHADO C., R.; DE CÁSSIA M. S., L.; ROSENIAIM A., H.; NESPOLO R. C. Padronização de uma formulação de manteiga de leite ovino com açafrão-da-terra e condimentos. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*. Disponível em: <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/107816> [consultado em: 23/07/2022]

GOEL, G.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K., 2008. Effects of *Sesbania sesban* and *Carduus pycnocephalus* leaves and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seeds and their extracts on partitioning of nutrients from roughage- and concentrate-based feeds to methane. *Anim. Feed Sci. Technol.* Disponível em: https://hero.epa.gov/hero/index.cfm/reference/details/reference_id/1135195 [consultado em: 16/09/2022]

GETACHEW M, AWOKE S, MELAKU Y, GASHU M, GIZACHEW Z (2019) Formulation of Substantial Natural Flavors from Plant Materials for Food and Beverage Industries. *J Food Process Technol* 10:805. doi:10.35248/2157-7110.19.10.805 [consultado em: 11/03/2022]

GOVINDARAJAN, V.S. (1980). Turmeric-chemistry, technology, and quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, T.E. Furia, Ed., CRC Press, Boca Raton, FL. 12,199-301. DOI: 10.1080/10408398009527278 [consultado em: 12/06/2022]

GRANDI, T. S. M. Tratado das plantas medicinais: mineiras, nativas e cultivadas. 1º ed. Belo Horizonte: Adaequatio Estúdio, 2014. 1204p. Disponível em: https://www.academia.edu/43398309/Tratado_Plantas_Medicinais_Mineiras_verseo gratuita [consultado em: 23/07/2022]

HAYAKAWA, H., KOBAYASHI, T., MINANIYA, Y., Ito, K., MIYAZAKI, A., FUKUDA, T., & YAMAMOTO, Y. (2011). Development of a molecular marker to identify a candidate line of turmeric (*Curcuma longa* L.) with a high curcumin content. *American Journal of Plant Sciences*, 2(01), 15. Disponível em: [https://www.semanticscholar.org/paper/Molecular-identification-of-turmeric-\(Curcuma-with-Hayakawa-Kobayashi/8770eae2b5ac59db5816f5f74ee7905e235cbfd9](https://www.semanticscholar.org/paper/Molecular-identification-of-turmeric-(Curcuma-with-Hayakawa-Kobayashi/8770eae2b5ac59db5816f5f74ee7905e235cbfd9) [consultado em: 02/02/2022]

HEATH (Ed.). *Literacy, Society, and Schooling: a reader*. USA: Cambridge University Press, 1986a. p. 15-26. 352 p Disponível em: <http://www.ou.edu/hartwell/literacy.txt> [consultado em: 12/05/2022]

HUI YH. *Handbook of food products manufacturing: Principles, bakery, beverages, cereals, cheese, confectionary, fats, fruits, and functional foods*. Wiley. 2007 Disponível em: <https://www.wiley.com/en-us/Handbook+of+Food+Products+Manufacturing> [consultado em: 18/01/2022]

HOSSAIN, M. A., & ISHIMINE, Y. (2005). Growth, yield and quality of turmeric (*Curcuma longa* L.) cultivated on dark-red soil, gray soil and red soil in Okinawa, Japan. *Plant Production Science*, 8(4). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/250058704_Growth_Yield_and_Quality_of_Turmeric_Curcuma_longa_L_Cultivated_on_Darkred_Soil_Gray_Soil_and_Red_Soil_in_Okinawa_Japan [consultado em: 29/04/2022]

ICMSF. INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS (ICMSF). *Ecologia microbiana de los alimentos*, Zaragoza: Acribia, v.2, p.613-

- 651, 1985. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/30928/1/TESE_Microbiota%20associada%20a%20produtos%20hort%20C3%ADcolas%20minimamente%20processados%20comercializados%20em%20supermercados.pdf [consultado em: 10/10/2022]
- JITTANIT, W. (2011). Kinetics and temperature dependent moisture diffusivities of pumpkin seeds during drying. *Kasetsart journal: natural Science*. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/260319720_Kinetics_and_Temperature_Dependent_Moisture_Diffusivities_of_Pumpkin_Seeds_During_Drying [consultado em: 13/08/2022]
- KONGKATHIP B., KONGKATHIP N., LAWHAVINIT O., Antimicrobial Activity of Curcuminoids from *Curcuma longa* L. on Pathogenic Bacteria of Shrimp and Chicken. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 44 : 364 - 371 (2010) Disponível em: <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/anres/article/view/244941/167429> [consultado em: 10/09/2022]
- LARA, W.H. Monografia de corantes naturais para fins alimentícios—padrões de identidade e qualidade. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1984. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1075567> [consultado em: 18/01/2022]
- LIN, C.L.; LIN, J.K. (2008), Curcumin: a Potential Cancer Chemopreventive Agent through Suppressing NF- κ B Signaling. *J. Cancer Mol.* v.4, n.1. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4176907/> [consultado em: 27/07/2022]
- LONGO MA, SANROMAN MA. Production of food aroma compounds. *Food Biotechnol.* 2006 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228621109_Production_of_Food_Aroma_Compounds_Microbial_and_Enzymatic_Methodologies [consultado em: 26/07/2022]
- LOPES, R.B., CABRAL, F.A., EBERLIN, M.N., (2006), "Volatile compounds from pitanga fruit (*Eugenia uniflora* L.)", *Food Chemistry*, vol. 99, n. 1, p. 1–5. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001560793> [consultado em: 02/04/2022]
- LORENZI, H. & MATOS, F.J.A. 2008. *Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. 2ª ed. Nova Odessa, Instituto Plantarum. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfar/a/DxP9XGHXkqwdb9GgtDPJmQ/?lang=pt&format=pdf> [consultado em: 17/05/2022]
- MARMITT, D. J., REMPEL, C., GOETTERT, M. I., & SILVA, A. DO C. E. (2016). As plantas medicinais da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único

de Saúde (RENISUS) com potencial antifúngico. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Saúde*, 17(3), 151–162. Recuperado de <https://periodicos.ufes.br/rbps/article/view/14147> [consultado em: 28/05/2022]

MARTINAZZO, A. P., CORRÊA, P. C., RESENDE, O., & MELO, E. d. C. (2007). Análise e descrição matemática da cinética de secagem de folhas de capim-limão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11(3). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/YBJHpYsQNXwhMW75zxKbnHF/?lang=pt> [consultado em: 15/09/2022]

MARTINS, M. C. Obtenção e avaliação de curcumina a partir de rizomas secos de cúrcuma (*Curcuma longa* L.). 1993. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNICAMP-30_fa9e20fecf3e939fae03befc42c56ed6 [consultado em: 17/09/2022]

MARTINS, E. A., LAGE, E. Z., GONELI, A. L., HARTMANN F., C. P., & LOPES, J. G. (2015). Drying kinetics of *Serjania marginata* Casar leaves/Cinetica de secagem de folhas de timbo (*Serjania marginata* Casar). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(3). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/mqhJF3dm5S9JLL93yvwq9VG/?lang=pt> [consultado em: 27/07/2022]

MCLAUGHLIN, J. (1982). Brine shrimp: a convenient general bioassay for active constituents. *Planta Med*, 45. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17396775/> [consultado em: 26/07/2022]

MENEZES, Sônia de S. M. As fabriquetas de queijo: uma estratégia de reprodução camponesa no município de Itabi; Se. 2001. 161f. Dissertação. (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2001. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/geonordeste/article/view/1516/1341> [consultado em: 02/10/2022]

MOHAPATRA, D., & RAO, P. S. (2005). A thin layer drying model of parboiled wheat. *Journal of food engineering*, 66(4). Disponível em: <http://www.sci epub.com/reference/161001> [consultado em: 14/09/2022]

MOREIRA, Técnica dietética. Rio de Janeiro, 1º edição: SESES, 2016. 240 p: il. Disponível em:

https://www.ibb.unesp.br/Home/ensino/departamentos/educacao/laboratorios/legislacaosanitaria/tecnica_dietetica.pdf [consultado em: 30/02/2022]

NUNES, M. A. D. S. Estudo de alternativas naturais a aditivos utilizados em produtos cárneos à base de aves na Empresa X. Dissertação. (Mestrado em Tecnologia de Segurança Alimentar). Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, Portugal, 2012. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/19634/1/Nunes_2013.pdf [consultado em: 29/02/2022]

OLIVEIRA, T. F. V. d., Características Químicas e Microbiológicas do açafrão-da-terra (*Curcuma longa*). 2017. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso Superior de Licenciatura em Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2017. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5504> [consultado em: 18/01/2022]

PRASAD, S., GUPTA, S. C., TYAGI, A. K., & AGGARWAL, B. B. (2014). Curcumin, a component of golden spice: from bedside to bench and back. *Biotechnology advances*, 32(6). Disponível em: <https://tahomaclinic.com/Private/Articles4/Curcumin/Prasad%202014%20-%20Curcumin,%20a%20component%20of%20golden%20spice.pdf> [consultado em: 21/05/2022]

PEREIRA, J.; CIACCO, C. F.; VILELA; E. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Função dos ingredientes na consistência da massa e nas características do pão de queijo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.24, n.4, p. 494-500, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/kxbG5ZtYLvz9CwWMV4DDq5Q/?format=pdf&lang=pt> [consultado em: 07/06/2022]

PÉRET-ALMEIDA, L.; NAGHETINI, C.C.; NUNAN, E.A.; GLÓRIA, M.B.A. Atividade antimicrobiana de diferentes extratos de *Curcuma longa* L. 2º Simpósio em Ciência de Alimentos. SIMPOCAL/SBCTA. Florianópolis, SC, 28 a 30 de maio de 2003 (Pôster). Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/download/11428/8255> [consultado em: 15/09/2022]

PRZYBYLA, A.E. America's passion for spices. *Food Engineering*, vol. 58, p.70-77, 1986 Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-1-4615-2117-4.pdf> [consultado em: 21/05/2022]

SATURNO, Tuany Ribeiro; ALMEIDA, Erika; TEODORO, Gabriel. A PRODUÇÃO E MERCADO FRUTÍFERO BRASILEIRO: PROBLEMAS E SOLUÇÕES.. In: Congresso Internacional de Tecnologia e Gestão. Anais.Santos(SP) Fatec Rubens Lara, 2019. Disponível

- em: <https://www.even3.com.br/anais/CITEG/139300-a-producao-e-mercado-frutifero-brasileiro--problemas-e-solucoes>. [consultado em: 11/10/2022]
- SILVA Filho, C. R., SOUZA, A. G. d., CONCEIÇÃO, M. M. d., SILVA, T. G. d., SILVA, T., & Ribeiro, A. P. (2009). Avaliação da bioatividade dos extratos de cúrcuma (*Curcuma longa* L., Zingiberaceae) em *Artemia salina* e *Biomphalaria glabrata*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 19(4). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfar/a/9zJz7Y53JXgfMSRvF3H3dFM/abstract/?lang=pt> [consultado em: 30/09/2022]
- SOUSA, K. A., RESENDE, O., CHAVES, T. H., & COSTA, L. M. (2011). Cinética de secagem do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.). *Revista Ciência Agronômica*. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1500> [consultado em: 22/08/2022]
- STIER. (2014). Air Frying a New Technique for Produce of Healthy Fried Potato Strips. *Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2. 200. 10.11648/j.jfns.20140204.26. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/270707063_Air_Frying_a_New_Technique_for_Produce_of_Healthy_Fried_Potato_Strips/ [consultado em: 18/07/2022]
- SUETH-SANTIAGO, Vitor; MENDES-SILVA, Gustavo Peron, DECOTÉ-RICARDO, D., LIMA, Marco Edilson Freire de. Curcumina, o pó do açafrão-da-terra: introspecções sobre química e atividades biológicas. *Quím. Nova*, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 538-552, mai 2015. Disponível em: <https://www.scienceopen.com/document?vid=c01e26b5-9e5c-44ac-b7df-8e76c6144bfb> [consultado em: 07/03/2022]
- TAVARES, L. B., SOUZA, M. M. C. D., SILVA, J. P., MATOS, J. M. D. M., & JUNQUEIRA, A. M. R. (2018). Avaliação de Métodos Alternativos de Secagem para Transformação de Plantas Condimentares. *Cadernos de Agroecologia*. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/161> [consultado em: 08/10/2022].
- TELIS, J. TELIS-ROMERO & A.L. GABAS (2005) Solids Rheology for Dehydrated Food and Biological Materials, *Drying Technology*, 23:4, 759-780, DOI: [10.1081/DRT-200054190](https://doi.org/10.1081/DRT-200054190) [consultado em: 24/09/2022]
- TOMCHINSKY, B., 1987- T465p Prospecção de plantas aromáticas e condimentares no Brasil- Botucatu: [s.n.], 2017 297 p. Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150786/tomchinsky_b_dr_bot.pdf?sequence=3 [consultado em: 22/03/2022]

VILELA, C.A.A.; ARTUR, P.O., Secagem do açafrão (*Curcuma longa* L.) em diferentes cortes geométricos. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612008000200018. [consultado em: 13/08/2022]

XUE, J. & WALKER, C.. (2003). Humidity change and its effects on baking in an electrically heated air jet impingement oven. *Food Research International - FOOD RES INT.* 36. 561-569. 10.1016/S0963-9969(02)00221-1. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/240412783_Humidity_change_and_its_effects_on_baking_in_an_electrically_heated_air_jet_impingement_oven/ consultado em; 12/10/2022]

