

**Parâmetros físicos e químicos do açafrão e uso como corante em iogurte grego
saborizado com geleia de maracujá**

**Physical and chemical parameters of saffron and use as a color in Greek yogurt flavored
with passion fruit jelly**

**Parámetros físicos y químicos del azafrán y su uso como color en yogurt griego con
sabor a gelatina de maracuyá**

Recebido: 26/03/2020 | Revisado: 28/03/2020 | Aceito: 29/03/2020 | Publicado: 31/03/2020

Vanessa Martins de Silveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3921-4738>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: vanessa-martins581@hotmail.com

Luana Caroline Bonfim Farias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1031-4850>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: luanabomfimgooded@gmail.com

Jéssica Silva Medeiros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9404-9045>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: jessicasilva.medeiros.sm@gmail.com

Lorrane Soares dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0519-2246>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: lorrane.soare.santos@gmail.com

Paulo Victor Toledo Leão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2213-1995>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: paulovtbpv@gmail.com

Leonardo Amorim de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3287-731X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: leonardoamorim@gmail.com

Ruthele Moraes do Carmo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7758-592X>

Universidade Federal de Goiás, Brasil

E-mail: ruthelerv@hotmail.com

João Vitor Teixeira da Cunha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9651-3019>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: texera07.jvt@gmail.com

Marcus Vinicius Costa Azzi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8509-3706>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: marcus_azzi@hotmail.com

Márcio Caliar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0877-8250>

Universidade Federal de Goiás, Brasil

E-mail: macaliari@ig.com.br

Marco Antônio Pereira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3875-1104>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: marco.antonio@ifgoiano.edu.br

Resumo

Objetivou-se avaliar os parâmetros físicos e químicos dos rizomas e farinhas de açafrão, determinação do melhor método de secagem dos rizomas de açafrão, avaliação da melhor farinha em relação a atividade antioxidante e percentual de compostos fenólicos, bem como, analisar a aceitabilidade e intenção de compra do iogurte grego adicionado de corante natural de açafrão e geleia de maracujá. Os rizomas de *Cúrcuma longa* L, foram higienizados, sanitizados, e analisados quanto ao comprimento, largura, peso e cor, então, foram processados e transformados em farinha. As farinhas foram submetidas as análises de cor, microscopia eletrônica de varredura, atividade antioxidante e compostos fenólicos totais. As farinhas foram submetidas a três tipos de secagem, em sol, estufa e micro-ondas. O conteúdo de fenólicos totais das farinhas de açafrão foi maior nas amostras secas ao sol e micro-ondas. A farinha utilizada como corante no iogurte grego foi a farinha de açafrão seca em micro-ondas devido ao melhor resultado da atividade antioxidante. Conclui-se que o método mais indicado para a secagem dos rizomas foi o método em estufa já em relação a atividade

antioxidante foi o método em micro-ondas. O iogurte grego saborizado com geleia de maracujá e açafrão obteve boa aceitabilidade, desta forma, verificou-se que a substituição dos corantes sintéticos, por corantes naturais não afetou de forma negativa o sabor do mesmo.

Palavras-chave: *Curcuma longa* L; Corantes sintéticos; Secagem.

Abstract

The objective was to evaluate the physical and chemical parameters of saffron rhizomes and flours, determine the best method of drying saffron rhizomes, evaluate the best flour in relation to antioxidant activity and percentage of phenolic compounds, as well as to analyze acceptability and intention purchase of Greek yogurt added with natural saffron coloring and passion fruit jelly. The rhizomes of *Curcuma longa* L, were sanitized, sanitized, and analyzed for length, width, weight and color, then they were processed and transformed into flour. The flours were subjected to color analysis, scanning electron microscopy, antioxidant activity and total phenolic compounds. The flours were subjected to three types of drying, in sun, oven and microwave. The total phenolic content of saffron flours was higher in sun-dried and microwave-dried samples. The flour used as a dye in Greek yogurt was saffron flour dried in microwaves due to the better result of antioxidant activity. It was concluded that the most suitable method for drying the rhizomes was the greenhouse method, in relation to the antioxidant activity, it was the microwave method. Greek yogurt flavored with passion fruit and saffron jelly obtained good acceptability, so it was found that the substitution of synthetic dyes with natural dyes did not negatively affect its flavor.

Keywords: *Curcuma longa* L; Synthetic dyes; Drying.

Resumen

El objetivo fue evaluar los parámetros físicos y químicos de los rizomas y harinas de azafrán, determinar el mejor método para secar los rizomas de azafrán, evaluar la mejor harina en relación con la actividad antioxidante y el porcentaje de compuestos fenólicos, así como analizar la aceptabilidad y la intención compra de yogurt griego agregado con colorante natural de azafrán y gelatina de maracuyá. Los rizomas de *Curcuma longa* L, fueron desinfectados, desinfectados y analizados en cuanto a longitud, ancho, peso y color, luego fueron procesados y transformados en harina. Las harinas se sometieron a análisis de color, microscopía electrónica de barrido, actividad antioxidante y compuestos fenólicos totales. Las harinas fueron sometidas a tres tipos de secado, al sol, horno y microondas. El contenido fenólico total de las harinas de azafrán fue mayor en muestras secadas al sol y secadas al

microondas. La harina utilizada como colorante en el yogur griego era harina de azafrán secada en microondas debido al mejor resultado de la actividad antioxidante. Se concluyó que el método más adecuado para secar los rizomas era el método de invernadero, en relación con la actividad antioxidante, era el método de microondas. El yogur griego aromatizado con maracuyá y gelatina de azafrán obtuvo buena aceptación, por lo que se descubrió que la sustitución de tintes sintéticos por tintes naturales no afectaba negativamente su sabor.

Palabras clave: Curcuma longa L; Colorantes sintéticos; Secado.

1. Introdução

A cúrcuma (*Curcuma longa* L.), espécie originária do sudeste asiático, é considerada uma preciosa especiaria. Com a proibição do uso de pigmentos sintéticos nos principais países da América do Norte e Europa, têm sido procuradas alternativas naturais. A cúrcuma, além do uso como condimento, possui substâncias antioxidantes, antimicrobianas e corantes (curcumina) que lhe conferem possibilidade de emprego nas áreas de cosméticos, têxtil, medicinal e alimentícia (Cecilio Filho et al., 2000).

O uso de condimentos como conservante de alimentos é de grande interesse para os consumidores, pois não apresentam risco à saúde, mesmo quando empregados em quantidades relativamente altas. Admite-se a perspectiva do uso de substâncias naturais presentes nos condimentos em substituição aos aditivos sintéticos utilizados no processamento dos alimentos com a finalidade de conservação. Cresce também o interesse por corantes naturais para a utilização na indústria de alimentos em substituição aos artificiais, em razão, principalmente, de estudos que apontam os efeitos tóxicos causados por corantes sintéticos (Safford & Goodwin, 1985).

De acordo com a legislação brasileira de produtos lácteos, define-se iogurte como o produto cuja fermentação se realiza com cultivos protossimbióticos: *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, que podem ser acompanhados, de forma complementar, por outras bactérias ácido lácticas que, pela atividade, contribuem para determinação das características do produto final (BRASIL, 2000).

A principal diferença entre o iogurte tradicional para o grego é o processo de dessoragem. A dessoragem torna o produto espesso e mais cremoso, com uma concentração de sólidos totais de 24 % e gordura de 10 % (Ramos et al., 2009). O iogurte é classificado como alimento funcional por demonstrar benefícios fisiológicos, além de fornecer nutrientes para o metabolismo (Piovesan et al., 2016).

O maracujá é um fruto originário da América Tropical, sendo cultivado em países de climas tropical e subtropical, pertencente à família *Passifloraceae*, gênero *Passiflora*. (Costa, 2014). Muitas substâncias presentes nos frutos, principalmente na polpa e casca, podem contribuir para efeitos benéficos, tais como: atividade antioxidante, anti-hipertensivo, diminuição da taxa de glicose e colesterol do sangue. As variedades comerciais de maracujá são também ricas em alcaloides, flavonoides, carotenoides, minerais e vitaminas A e C, substâncias responsáveis pelo efeito funcional em outros alimentos.

As geleias constituem-se numa importante alternativa para o processamento, aproveitamento e consumo de frutas. Geleia de frutas é o produto obtido pela cocção de frutas inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com açúcar e concentrado até consistência gelatinosa (Jackix, 1988).

Os projetos de desenvolvimento de novos produtos têm papel importante na gestão estratégica das empresas, tornando-se os elementos executores das mudanças que permitem a implementação das estratégias e das inovações e geram vantagens competitivas (Shenhar & Dvir, 2007).

Dessa forma, objetivou-se avaliar os parâmetros físicos e químicos dos rizomas e farinhas de açafraão, melhor método de secagem dos rizomas de açafraão, melhor farinha em relação a atividade antioxidante e percentual de compostos fenólicos, bem como, analisar a aceitabilidade e intenção de compra do iogurte grego adicionado de corante natural de açafraão e geleia de maracujá.

2. Metodologia

Utilizou-se neste trabalho a metodologia de pesquisa realizada em laboratório, sendo que a mesma se refere a uma pesquisa-ação, utilizando-se metodologia qualitativa (Pereira, et al. 2018).

Foram utilizados rizomas de *Curcuma longa* L *in natura* coletados na Chácara Martins, localizada no município de Santa Helena de Goiás, GO, sob as coordenadas geográficas de Latitude: 17°68'86,95" S. e Longitude 50°58'06,01" W, com altitude de 561 m acima do nível do mar.

Os rizomas foram coletados com auxílio de enxada e arrancados manualmente da terra. Após a coleta, foram transportados para o Laboratório de Produtos de Origem Animal do Instituto Federal Goiano, Campus - Rio Verde, onde passaram pela higienização, sanitização e seleção.

A higienização foi feita com água e escova, sanitizados com solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm/10 minutos, e então foram selecionadas 60 unidades dos rizomas, para análises físicas, o restante dos rizomas foram fatiados no multiprocessador e em seguida colocados em sacos plásticos e congelados em freezer (- 20 °C) para posteriores análises.

As secagens foram realizadas em estufa, ao sol e micro-ondas. A secagem em estufa foi realizada a uma temperatura de 65 °C, em bandejas de alumínio, onde os rizomas foram dispostos de maneira que ficassem distantes um do outro. A secagem ao sol, também foi realizada em bandejas de alumínio e espalhadas da mesma forma que na secagem em estufa, já a secagem em micro-ondas foi realizada em uma potência de 100 W, os rizomas foram secos em prato de plástico e espalhados da mesma forma que os outros meios de secagem, com um becker contendo água, para evitar combustão do material durante a secagem. Todos os métodos de secagem foram finalizados quando os rizomas atingiram peso constante. Em que foram determinados da seguinte forma: ao sol e em estufa os rizomas foram pesados a cada uma hora até atingirem o peso constante, já em micro-ondas os rizomas foram pesados a cada 15 segundos até peso constante. Após a secagem os rizomas secos foram moídos em moinho (STAR FT 80/1 Moinho de facas tipo Willye Super), assim obteve-se as farinhas dos rizomas.

Caracterização Física e Química dos Rizomas e Farinhas do Açafrão

Os rizomas foram pesados em balança semi analítica. O comprimento e largura foram medidos utilizando paquímetro modelo Digimess[®]. Os parâmetros de cor (L*, a* e b*) foram analisados em Colorímetro Hunter Lab, modelo Color Quest II. Os resultados foram expressos em L*, a* e b*, onde os valores de L* (luminosidade ou brilho) podem variar do preto (0) ao branco (100), os de croma a* do verde (-60) ao vermelho (+60) e os de croma b* do azul (-60) ao amarelo (+60), conforme relatado por Paucar-Menacho et al., (2008).

A avaliação de atividade antioxidante foi determinada pela capacidade de sequestrar o radical livre DPPH, segundo metodologia descrita por Rufino et al., (2011). Foi medido em espectrofotômetro a 518 nm o extrato etanólico do açafrão em triplicata de cada diluição. O teor de fenóis totais foi determinado por meio de curva de calibração construída com o padrão de ácido gálico e expresso como mg de EAG (equivalentes de ácido gálico)/100 g de extrato. A absorbância foi lida a 770 nm.

Para análise estrutural da farinha de açafrão foi realizada a microscopia eletrônica de varredura (MEV). A análise foi realizada no Laboratório Multiusuário de Microscopia de Alta

Resolução do Instituto de Física da Universidade Federal de Goiás. As amostras foram colocadas sobre stabs recobertas com fina camada de ouro e micrografadas. Foi utilizado o Microscópio Eletrônico de Varredura, Jeol, JSM - 6610, equipado com EDS, Thermoscientific NSS SpectralImaging.

Geleia de Maracujá

Para elaboração da geleia de maracujá utilizou-se 575 g de polpa de maracujá, 3,83g de pectina e 0,77 g de ácido cítrico. O primeiro passo para preparo da geleia foi a divisão do açúcar em três partes iguais, em seguida misturou-se a polpa com um terço do açúcar, e então, foi verificado o teor de sólidos solúveis em refratômetro digital, o mesmo deve estar entre 18 °Brix a 20 °Brix, no entanto, estava maior, então foi feita a adição de água potável, para reduzir o teor de sólidos solúveis, logo após a mistura foi submetida a cocção até ebulição, neste momento foi adicionado mais um terço do açúcar previamente homogeneizado com a pectina. Após nova ebulição, adicionou-se o restante do açúcar e esperou-se até que concentrasse até 60 °Brix. Em seguida, acrescentou-se o ácido cítrico diluído em um pouco de água e concentrou-se até 68 °Brix. A geleia foi armazenada em recipientes de vidro, até o momento da análise sensorial do iogurte grego, em que foi adicionada uma fina camada da mesma por cima do iogurte.

Iogurte grego

Para elaboração do iogurte grego utilizou-se 2,932 L de leite *in natura*, 10% de leite em pó, 12 % de açúcar, 10 % de fermento e 3,6 g de farinha de açafreão. O leite adicionado de açúcar e leite em pó foi pasteurizado a 83 °C por 30 minutos e em seguida, resfriado a temperatura de 42 °C, posteriormente, foi inoculado o fermento (iogurte natural) e então, foi feita a incubação a 42 °C, até pH 4,5. Após esse período, foi feita homogeneização do açafreão com o uso de mix. O produto foi armazenado em temperatura de 4 °C durante quatro dias.

Nos iogurtes foram realizados análise sensorial, avaliação da atividade antioxidante e fenólicos totais.

Foram recrutados, no Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde, 60 julgadores, para o teste de aceitação do iogurte grego. Utilizou-se escala hedônica de nove pontos (Figura 1) variando de “gostei muitíssimo” (escore 9) a “desgostei muitíssimo” (escore 1) para os consumidores expressarem a aceitação em relação a impressão global do produto.

A avaliação da capacidade antioxidante e fenóis totais dos iogurtes ocorreu conforme descrito para a farinha de açafão.

Figura 1 - Ficha utilizada para teste de aceitação.

Nome: _____	
Idade: _____ Sexo: _____ Curso: _____	
Você está recebendo uma amostra de iogurte grego, saborizado com geleia de maracujá, com adição de corante natural (Açafão). Prove a amostra e indique sua opinião em relação à aparência, aroma, sabor, textura e impressão global, de acordo com a escala abaixo:	
9-gostei muitíssimo	Aparência: _____
8-gostei muito	Aroma: _____
7-gostei moderadamente	Sabor: _____
6-gostei ligeiramente	Textura: _____
5-nem gostei/nem desgostei	Impressão Global: _____
4-desgostei ligeiramente	
3-desgostei moderadamente	
2-desgostei muito	
1-desgostei muitíssimo	
Assinale qual seria sua atitude em relação à compra do produto.	
<input type="checkbox"/> eu certamente compraria este produto	
<input type="checkbox"/> eu provavelmente compraria este produto	
<input type="checkbox"/> tenho dúvidas se compraria ou não este produto	
<input type="checkbox"/> eu provavelmente não compraria este produto	
<input type="checkbox"/> certamente não compraria este produto	

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Na Figura 1 é possível observar a Ficha de Aceitação Sensorial aplicada aos entrevistando, onde os mesmos informaram em relação às características sensoriais do produto e intenção de compra.

Análise Estatística

Os resultados do peso, comprimento, largura e parâmetros instrumentais de cor (L^* , a^* e b^*) dos rizomas de açafão estão apresentados de forma descritiva, os dados foram gerados através do WEBCALC, (2018).

A cinética de secagem dos rizomas de açafão, atividade antioxidante, aparência, aroma, sabor, textura, impressão global e intenção de compra do iogurte estão apresentados na forma de gráficos gerados pelo software Excel versão 2013.

A avaliação dos fenólicos totais, atividade antioxidante e parâmetros instrumentais de

cor (L^* , a^* e b^*) das farinhas de açafrão obtidas sob diferentes condições de secagem (estufa, sol e micro-ondas) foi conduzida em delineamento inteiramente ao acaso com três tratamentos, três repetições e triplicata de análises. Utilizou-se o software SISVAR[®] (Ferreira, 2011) para as avaliações. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados da estrutura física (MEV) das farinhas de açafrão são apresentados na forma de figuras.

3. Resultados

Na Tabela 1 estão apresentados os valores descritivos das propriedades físicas e parâmetros colorimétricos dos rizomas de açafrão *in natura*.

Tabela 1 - Valores descritivos do peso, comprimento, largura e parâmetros instrumentais de cor (L^* , a^* e b^*) dos rizomas de açafrão (*Curcuma longa* L).

Variáveis	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão	Erro padrão
Peso (g)	8,11	3,22	19,08	3,6	0,46
Comprimento (mm)	49,95	28,12	83,33	12,53	1,61
Largura (mm)	15,38	11,87	20,81	2,01	0,26
L^*	47,41	36,06	59,49	2,77	0,2
a^*	18,45	7,96	22,56	2,33	0,17
b^*	27,03	13,51	35,23	3,28	0,24

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A Tabela apresenta os valores descritivos em relação ao peso, comprimento, largura e parâmetros instrumentais de cor das amostras de açafrão.

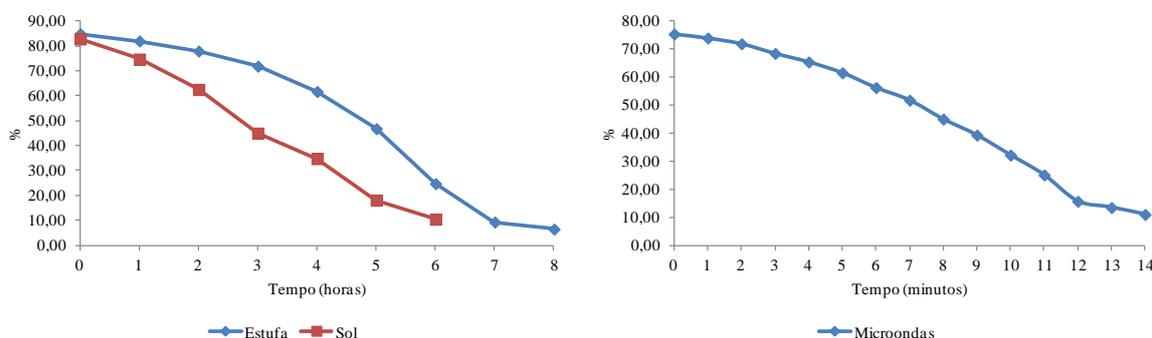
O peso médio dos rizomas de açafrão neste estudo foi de 8,11 g, Berni et al. (2014) classificaram os rizomas quanto ao peso em pequeno 5,0 g, médio 10,0 g e grande 15,0 g, com no máximo 10,0 % de variação em cada categoria. Desta forma, quanto ao peso, os rizomas foram classificados como médios, porém, foram obtidos rizomas grandes com máximo de 19,08 g. O comprimento foi menor e a largura semelhante ao estudo de Lima et al. (2017) ao avaliarem parâmetros físicos de açafrão, com média de 67,79 mm e 15,80 mm, para comprimento e largura, respectivamente. Em comparação com os mesmos autores (L^* 50,49; a^* 25,57 e b^* 33,83) a luminosidade dos rizomas de açafrão foi mais baixa e com menor intensidade da cor vermelha e amarela. A coloração dos rizomas está relacionada diretamente com o a concentração de curcumina, composto responsável pela pigmentação dos rizomas de

açafão (amarelo avermelhado). Portanto, os rizomas do presente estudo certamente apresentariam menor concentração do composto curcumina, em relação ao trabalho comparado.

Embora a cor tenha relação com a concentração de compostos curcuminóides em açafão, Menezes et al. (2005) observaram maior produtividade de rizomas tipo cabeça das plantas que se desenvolveram a partir de rizomas de multiplicação tipo cabeça. O mesmo ocorreu quando foi analisada a quantidade de rizomas tipo dedo produzido. Com relação ao teor de óleos essenciais notou-se que não houve diferenças em relação aos diversos tratamentos e manejos realizados, sugerindo que os fatores que sofreram variações durante o desenvolvimento do experimento não são diretamente responsáveis pela síntese desta categoria de princípios ativos, nesta espécie.

É possível observar na Figura 2, a cinética de secagem dos rizomas de açafão utilizados para a fabricação da farinha e aplicação no iogurte.

Figura 2 - Cinética de secagem dos rizomas de açafão (*Curcuma longa* L) submetidos a secagem em estufa, sol e micro-ondas.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Na cinética de secagem dos rizomas submetidos aos diferentes tipos de secagem (estufa, sol e micro-ondas) (Figura 2), observou-se que no tempo zero (inicial) o teor de umidade foi de 84,88 % e estabilizou-se em 10,50 %, esse teor foi atingido com oito horas de secagem em estufa. O rizoma submetido à secagem ao sol teve o teor de água reduzido de 82,83 % a 6,50 % e assim atingiu o equilíbrio em 6 horas, já o rizoma submetido a secagem em micro-ondas, no tempo inicial estava com umidade de 83,79% e estabilizou em 51,37 % de umidade após 15 minutos. Segundo Leonel et al. (2003) e Maia (1995) a umidade dos rizomas secos é em média de 11,8 %, 9,65 % e 13,1% respectivamente, o que é compatível com o resultado obtido com as secagens na estufa e sol.

O método mais indicado para secagem é em estufa, pois consegue-se secar uma grande quantidade de rizomas em temperatura controlada, já no sol a temperatura pode variar durante

o processo de secagem, porém, é um processo que também permite a secagem em grande escala, no entanto, embora a secagem em micro-ondas seja rápida, não é possível utilizar o método em grande escala.

Os resultados de fenólicos totais, atividade antioxidante e parâmetros instrumentais de cor das farinhas de açafrão submetidas a secagem em estufa, sol e micro-ondas estão na Tabela 2.

O conteúdo de fenólicos totais das farinhas de açafrão foi maior nas amostras secas ao sol e micro-ondas, a secagem em estufa promoveu redução dos compostos fenólicos, comprovando o efeito da temperatura na manutenção dessas propriedades em alimentos. A atividade antioxidante não diferiu entre as diferentes condições de secagem para obtenção das farinhas de açafrão.

Analisando os parâmetros de luminosidade e coordenada a^* das farinhas de açafrão (secagem em estufa, sol e micro-ondas), observou-se maior luminosidade e intensidade de vermelho nas farinhas secas ao sol, seguido de micro-ondas e estufa. Porém, com relação a cor amarela a secagem ao sol foi mais intensa diferindo-se ($P < 0,05$) das farinhas secas em estufa e micro-ondas. Resultados de parâmetros instrumentais de cor diferentes dos obtidos neste estudo foram relatados por Lima et al. (2017) os autores obtiveram farinhas de açafrão mais claras, porém, com coordenadas a^* semelhantes e b^* menores que os resultados do presente estudo ($L^* 65,11$; $a^* 21,60$ e $b^* 40,40$).

Tabela 2 - Valores médios e erro padrão dos fenólicos totais (FT), atividade antioxidante (AA) e parâmetros instrumentais de cor (L^* , a^* e b^*) das farinhas de açafrão (*Curcuma longa* L) obtidas sob diferentes condições de secagem (estufa, sol e micro-ondas).

Variáveis	Tratamentos			CV (%)
	Estufa	Sol	Micro-ondas	
FT (mg/100g)	2524,27 ±166,65b	3380,93 ±200,72a	3327,79 ±189,83a	5,35
AA (%)	91,58 ±4,328 ^a	92,77±1,008a	93,53 ±0,306a	0,52
L^*	52,85 ±0,006c	61,71 ±0,003a	55,05 ±0,003b	0,01
a^*	19,58 ±0,003c	23,69 ±0a	20,28 ±0,003b	0,02
b^*	65,01 ±0,094b	78,37 ±0,069a	64,72 ±0,029b	0,17

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A Tabela 2 demonstra a interferência dos diferentes tratamentos de secagem dos rizomas nos parâmetros de cor, fenólicos totais e atividade antioxidante.

Na secagem ao sol obtêm-se farinhas mais claras, o que seria atrativo diante do ponto de vista do consumidor, que deseja produtos com cores mais vivas. As farinhas secas em estufa e micro-ondas apresentaram um aspecto mais escuro, a farinha seca em estufa obteve

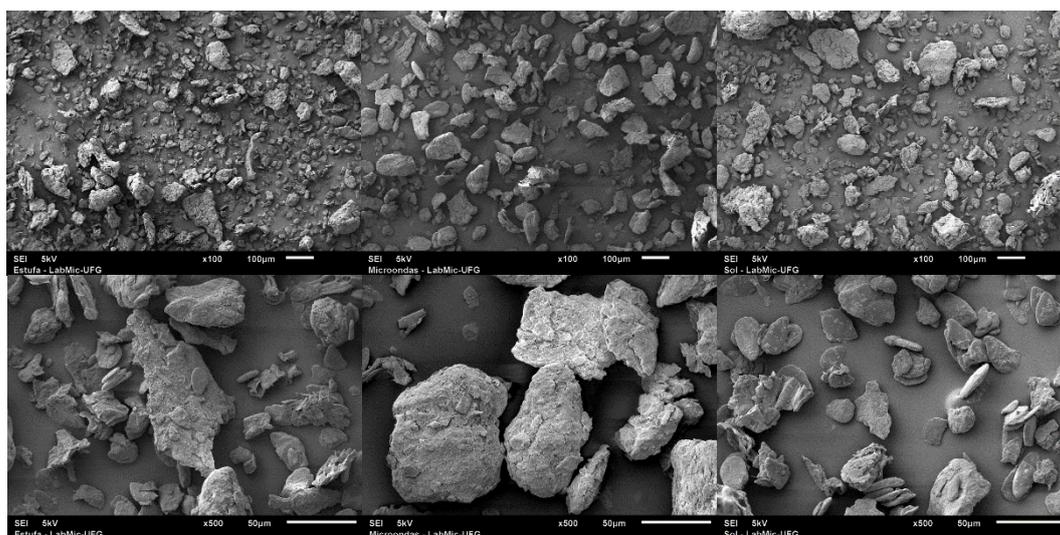
coloração amarelo escuro já a seca em micro-ondas obteve uma coloração alaranjada. A farinha seca ao sol foi a que mais se aproximou da cor característica das farinhas comercializadas.

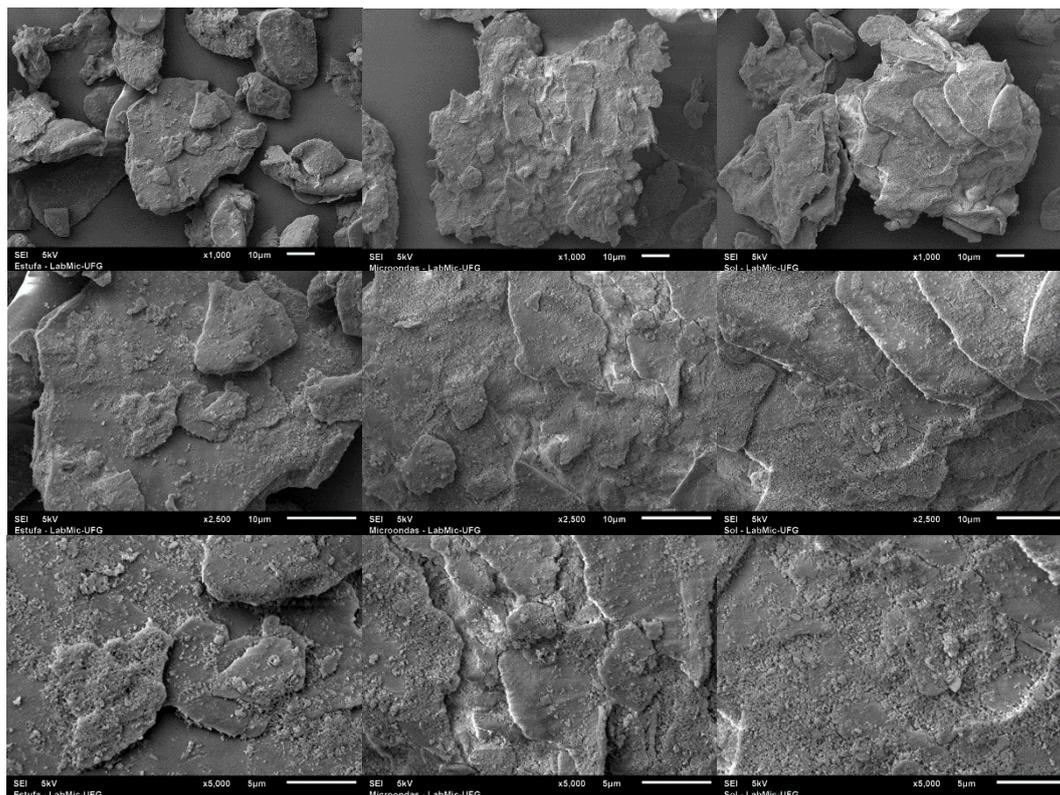
As partículas apresentaram tamanhos desuniformes conforme aumento de 100 x (Figura 3), com maior tamanho das partículas na farinha seca em micro-ondas (aumento de 500 x) (Figura 3).

A estrutura física das farinhas é variável conforme método de extração dos solventes para a análise de microscopia, tipo de farinha e forma de obtenção, corroborando com os resultados observados neste estudo, Maniglia et al. (2015) relataram que farinhas de açafrão continham amido, proteína, lipídios, celulose, hemicelulose e lignina solúvel e insolúvel na composição, sendo o amido o componente principal. Além disso, os resultados demonstraram quatro frações de farinha de açafrão com composição química e microestruturas distintas, mais irregulares, densas e compactas. O que explica as diferentes estruturas observadas nos aumentos de 1000 x, 2500 x e 5000 x neste estudo.

Todo produto com alto teor de gordura deve ser desengordurado para que seja analisado por microscopia eletrônica de varredura, o motivo pelo qual se desengordura é o fato de que a gordura presente na amostra pode causar escurecimento da matriz proteica.

Figura 3 - Estrutura física das farinhas de açafrão submetidas a secagem em estufa, micro-ondas e sol.



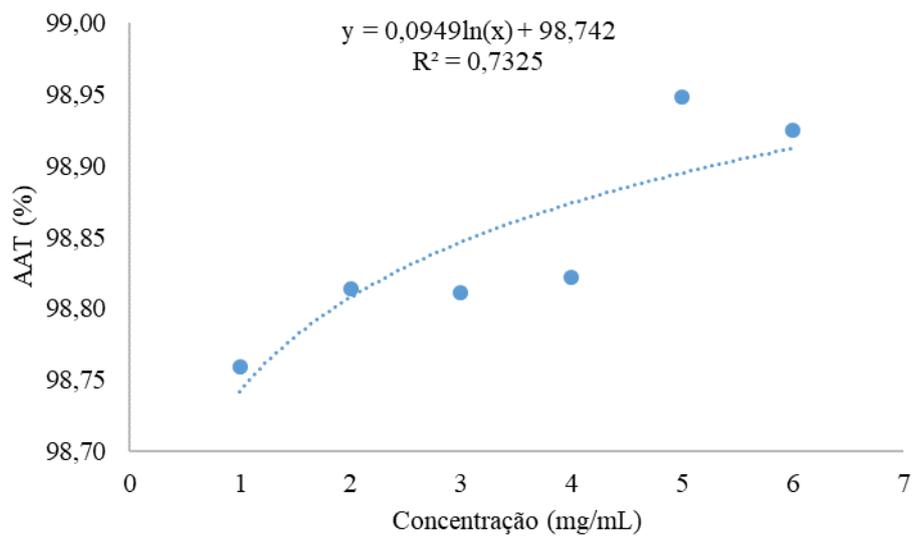


Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Pode-se observar na Figura 3, a estrutura física das farinhas de açafrão submetidas a secagem em estufa, micro-ondas e sol por meio de análise em microscopia eletrônica de varredura.

O teor médio de fenólicos totais do iogurte com geleia de maracujá e farinha de açafrão foi de $190,00 \pm 10,83$ mg/100 g. De acordo com a Figura 4, que apresenta o comportamento das atividades antioxidantes em diferentes concentrações do extrato, não houve variação significativa da atividade antioxidante, nas diluições de 1 mg/mL a 6 mg/mL. Com base nessa tendência, é mais viável utilizar extratos menos concentrados, gerando economia de reagentes.

Figura 4 - Atividade antioxidante de iogurte com geleia de maracujá e farinha de açafraão.

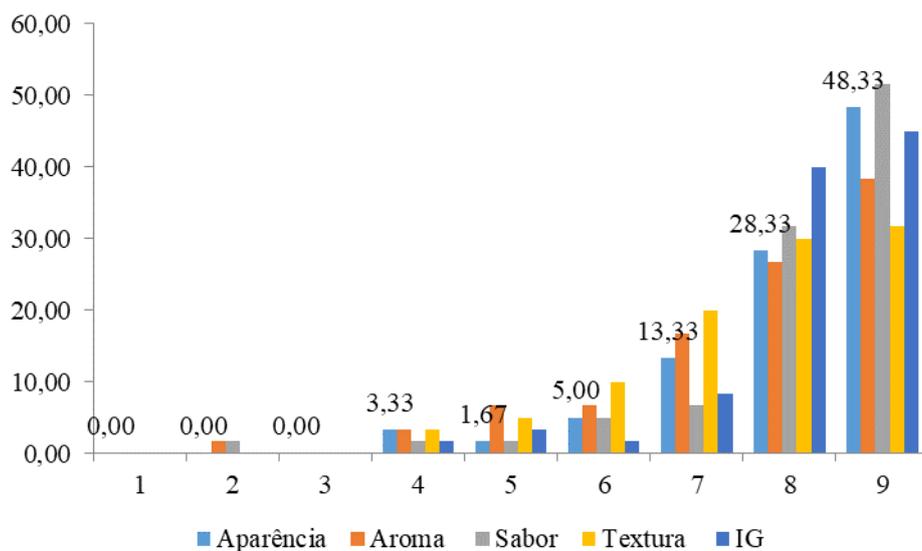


Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A Figura 4 demonstra a curva de atividade antioxidante do iogurte com geleia de maracujá e farinha de açafraão.

Conforme a Figura 5 foram avaliados os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global do iogurte grego, observou-se que o atributo que apresentou maior percentual foi o sabor seguido da aparência e impressão global.

Figura 5 - Resultados da aparência, aroma, sabor, textura e impressão global do iogurte grego saborizado com geleia de maracujá e açafraão (*Curcuma longa* L).



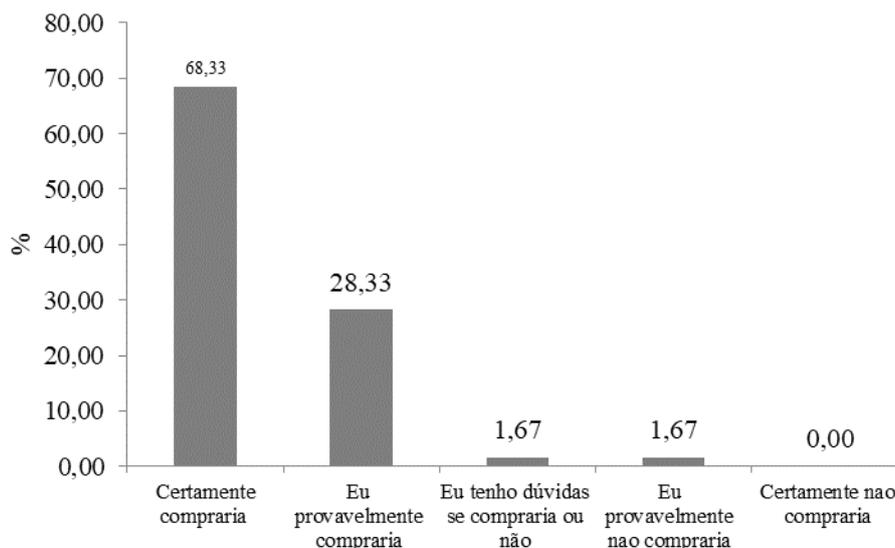
Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A Figura 5 apresenta os resultados das características sensoriais avaliadas no iogurte.

Dos entrevistados, 68,33 % dos provadores certamente comprariam o iogurte grego

saborizado com geleia de maracujá e açafrão e 28,33 % provavelmente comprariam, 1,67 % ficaram em dúvida se compraria ou não e 1,67 % provavelmente não comprariam (Figura 6). Diferente do observado no estudo, Lins et al. (2015) obtiveram resultados de índice de aceitabilidade entre 85,0 % e 94,0 % em iogurtes enriquecidos com polpa de maracujá adoçados com açúcar e mel, em todos os atributos avaliados, incluindo sabor e cor.

Figura 6 - Intenção de compra do iogurte grego saborizado com geleia de maracujá e açafrão.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A Figura 6 apresenta os dados da intenção de compra avaliada no iogurte.

Corroborando com os resultados demonstrados nesta pesquisa, Piovesan et al. (2016) relataram que a capacidade antioxidante do calafate (*Berberis buxifolia – microphyll*) fruto do tipo *berry* de cor roxa, preta ou azulada, possibilitou o uso como fonte de compostos bioativos em iogurte, além de desenvolver iogurtes com propriedades antioxidantes e utilizá-los como ingrediente funcional com benefícios à saúde do consumidor. Além disso, Silveira et al. (2016) afirmaram em estudo com iogurte grego que os resultados obtidos poderiam auxiliar em trabalhos futuros de desenvolvimento de formulações que visem atender às exigências dos consumidores.

4. Conclusão

O melhor método de secagem dos rizomas de açafrão, em relação a atividade antioxidante foi o método da secagem em micro-ondas com alta taxa de atividade antioxidante, porém, é um método que permite quantidade pequena de rizomas por secagem e

custo maior quando comparado com os outros métodos, dessa forma, recomenda-se a secagem em estufa, devido melhores condições de controle da temperatura durante o processo.

O iogurte adicionado de corante (açafraão) seco em micro-ondas apresentou atividade antioxidante alta, com isso comprova-se, que este novo produto pode contribuir para prevenção de vários problemas relacionados a saúde, provando ser um alimento funcional.

O iogurte grego saborizado com geleia de maracujá e açafraão obteve boa aceitabilidade, desta forma, verificou-se que a substituição dos corantes sintéticos, por corantes naturais não afetou de forma negativa o sabor.

5. Agradecimentos

Ao CNPq pelo aporte financeiro por meio dos processos n. 488408/2013-0, 469155/2014-0 e 302114/2018-1, à FAPEG e CAPES por meio da Chamada Pública n.º 09/2012, acordo CAPES/FAPEG, pela concessão de bolsas de Pós-Doutorado no país, à FINEP pelos equipamentos disponibilizados e ao IF Goiano pelo aporte financeiro concedido por meio do Edital n.º 21/2015 - Edital de Propostas de Projetos Cooperativos de Pesquisa Aplicada.

Referências

Berni, R. F., Chaves, F. C. M., Pinheiro, J. B., & Vaz, A. P. A. (2014). Produção de açafraão em função de acessos e do peso de rizomas-semente. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Paulínia*, v. 16 n. 3, p. 765-770.

BRASIL. Resolução n.5, de 13 de novembro de 2000. A Secretaria de Defesa Agropecuária, Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal – DIPOA-determina a entrada em vigor dos “padrões de identidade e qualidade de leites fermentados”. *Diário Oficial da União*, Brasília, Seção I, p.19-22. 2001.

Cecilio Filho, A. B., Souza, R. J. D., Braz, L. T., & Tavares, M. (2000). Cúrcuma: planta medicinal, condimentar e de outros usos potenciais. *Ciência Rural*, p. 171-177.

Costa, C. I. P. R. (2014). O Açafraão das Índias e as suas propriedades antitumorais.

Universidade de Coimbra.

De Lima, M. S. (2017). Características físicas e químicas e cinética de secagem da cúrcuma (*Curcuma longa* L.). *Revista Africana de Pesquisa Agrícola*, v. 12, n. 1, p. 28-34.

Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042.

Jackix, M. H. (1988). Doces, geleias e frutas em calda. Campinas, SP. Editora da Unicamp. 85p.

Leonel, M., Sarmiento, S. B. S., Cereda, M. P. (2003). New starches for the food industry: *Curcuma longa* and *Curcuma zedoaria*. *Carbohydrate Polymers*, Barking, v.54, p.385-388.

Lins, A. D. F., De Lima, A. L. R., Costa, M. L., Feitosa, R. M., De Moraes, M. S., Quirino, D. J. G., & Sampaio, A. C. F. (2015). Impacto sob a aceitação sensorial de iogurtes enriquecidos com polpa de maracujá adoçados com açúcar e com mel. *Agropecuária Técnica*, v.36, p. 103-108.

Maia, N. B., Bovi, O. A., Duarte, F. R., Soria, L. G., & Almeida, J. A. R. (1995). Influência de tipos de rizomas de multiplicação no crescimento de curcuma. *Bragantia*, Campinas, v. 54, n. 1.

Maniglia, B. C., De Paula, R. L., Domingos, J. R., & Tapia-Blacido, D. R. (2015). Turmeric dye extraction residue for use in bioactive film production: Optimization of turmeric film plasticized with glycerol. *LWT-Food Science and Technology*, 64(2), 1187-1195.

Menezes, A., Borella, J. C., França, S. C., & Masca, M. G. C. C. (2005). Efeitos do tipo de rizoma de multiplicação e da cobertura morta no desenvolvimento e produtividade de cúrcuma (*Curcuma longa* L.). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 8, n. 1, p. 30-34.

Paucar-Menacho, L. M., Silva, L. H. D.; Barreto, P. A. D. A., Mazal, G., Fakhouri, F. M., Steel, C. J., & Collares-Queiroz, F. P. (2008). Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado proteico de soja e povidona utilizando páprica como

corante. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.28, n.4, p.767-778.

Piovesan, N., Cielo, D. P., Viera, V. B., & Richards, N. S. P. S. (2016). Propriedades antioxidantes de iogurte adicionado de calafate (*Berberis buxifolia – microphyll*). In: Congresso Brasileiro de Ciência de Tecnologia de Alimentos, 25, Gramado. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbeta/anais/files/1123.pdf>> Acesso em: 01 dez. 2018.

Pereira, A.S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 24 mar. 2020.

Ramos, T. M., Gajo, A. A., Pinto, S. M., Abreu, L. R., & Pinheiro, A. C. (2009). Perfil de textura de labneh (iogurte grego). *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 64, n. 369, p. 8-12.

Rufino, M. S., Alves, R. E., Fernandes, F. A., & Brito, E. S. (2011). Free radical scavenging behavior of ten exotic tropical fruits extracts. *Food Research International*, 44(7), 2072-2075.

Safford, R. J., & Goodwin, B. F. J. (1985). Immunological Studies on Tartrazine and Its Metabolites. *International Archives of Allergy and Immunology*, 77(3), 331-336.

Shenhar, A. J., & Dvir, D. (2007). *Reinventing project management: the diamond approach to successful growth and innovation*. Boston: Harvard Business School Press.

Silveira, M. P., Rocha, L. D. O. F., Castro, A. L., Brandão, D. C., GUEDES, T. J., & Fernandes, M. K. O. (2016). Avaliação da qualidade de labneh (iogurte grego): estudo com 8consumidores. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 71, n. 2, p. 65-74.

WEBCALC. Estatística Descritiva. 2018. Disponível em: <<http://www.webcalc.com.br/matematica/estatistica.html>> Acesso em: 27 nov. 2018.

Zeraik, L.M. et al. (2010). Maracujá: um alimento funcional? *Revista Brasileira de*

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Vanessa Martins de Silvio – 10%

Luana Caroline Bonfim Farias – 09%

Jéssica Silva Medeiros – 09%

Lorrane Soares dos Santos – 09%

Paulo Victor Toledo Leão – 09%

Leonardo Amorim de Oliveira – 09%

Ruthele Moraes do Carmo – 09%

João Vitor Teixeira da Cunha – 09%

Marcus Vinicius Costa Azzi – 09%

Márcio Caliari – 09%

Marco Antônio Pereira da Silva – 09%