

## Autores | Authors

Antonio Carlos  
Pereira de Menezes  
Filho\*

[astronomoamadorgoias@  
gmail.com.br]

Carlos Frederico de  
Souza Castro\*\*

[carlosfscastro@gmail.com]

## AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA DE FARINHAS OBTIDAS A PARTIR DOS RESÍDUOS DE FRUTOS

### PHYSICOCHEMICAL AND TECHNOLOGICAL EVALUATION OF FLOURS OBTAINED FROM FRUITS RESIDUES

**Resumo:** As indústrias de sucos e as unidades rurais produtoras de frutos, bem como os mercados revendedores de frutas em geral, produzem diariamente volumosas quantidades de resíduos que são descartados sem o reuso consciente. Este trabalho teve como objetivo produzir compostos farináceos a partir dos resíduos de frutas coletadas em uma unidade rural no município de Rio Verde/GO. Também foram avaliados parâmetros físico-químicos como pH, molhabilidade, atividade de água, higroscopicidade, colorimetria ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), *Chroma C\**, *Hue Angle h°*, análise por colorimetria digital e formação de gel farináceo para a área funcional tecnológica, que tem grande importância para a caracterização de farinhas naturais alternativas. Os resultados foram avaliados pela média em triplicata, apresentando desvio padrão e observadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de *Tukey*. As farinhas dos resíduos de frutas apresentaram excelentes resultados, tanto físico-químicos quanto tecnológico-funcionais, podendo ser empregadas na produção de alimentos funcionais de longa vida na prateleira, na dieta humana e ou na dieta animal, o que contribui para o aproveitamento dos resíduos que são descartados diariamente de forma inadequada, garantindo a preservação dos ambientes naturais.

**Palavras-chave:** higroscopicidade; atividade da água; formação de gel; farinhas alternativas; resíduos de frutas.

**Abstract:** The juice industries, rural fruit-producing units, as well as the fruit retailers in general, daily produce massive amounts of waste that are discarded without consciousness reuse. This work aimed to produce flour compounds from fruit residues, collected in a rural unit in the city of Rio Verde - GO, where physicochemical parameters such as pH, wettability, water activity, hygroscopicity, colorimetry ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ ), *Chroma C\**, *Hue Angle h°* and analysis by digital colorimetry, and flour gel formation for the technological functional area, of great importance for the characterization of alternative natural flours. The results were evaluated by the mean in triplicate, showing standard deviation and significant differences ( $p \leq 0.05$ ) were observed using the *Tukey* test. Flours from fruit residues showed excellent results, both physicochemical and functional technological, and can be used in the production of functional foods with a long shelf life, in human and or animal diets, contributing to the use of residues that are discarded daily inadequate guaranteeing the preservation of natural environments.

**Keywords:** hygroscopicity; water activity; gel formation; alternative flours; fruits waste.

Recebido em: 07/01/2019

Aceito em: 22/04/2020

## INTRODUÇÃO

A produção mundial de frutas no ano de 2012 girou em torno de 773,8 milhões de toneladas, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial de frutas, com uma produção anual em torno de 41 milhões de toneladas, de acordo com um estudo de 2012. As regiões Sul, Centro-Oeste e Nordeste são as responsáveis pelo maior índice anual de produção de frutas no país, sendo a banana, a goiaba, a manga, a melancia, a laranja e a uva as frutas com maior produção agrícola, abastecendo os mercados internos e externos (STORCK *et al.*, 2015; SEAB, 2015).

As frutas são fontes de vitaminas, sendo muito apreciadas pelo consumidor *in natura*, e em sucos, geleias e doces. A partir dos resíduos, são produzidas farinhas ricas em nutrientes, vitaminas, minerais e pectinas. Também apresentam compostos biologicamente ativos (atividade antioxidante) que, na forma de pães, bolachas, *cookies* e biscoitos, vêm atualmente ganhando o mercado de produtos naturais alternativos com características funcionais tecnológicas de grande interesse alimentício.

As indústrias de sucos representam atualmente o maior mercado de beneficiamento, gerando, assim, diariamente, volumosas quantidades de resíduos após processo de extração. Esses resíduos atualmente vêm ganhando destaque econômico, gerando lucros com o seu beneficiamento, como na produção de rações para animais. Também há estudos para viabilização de produtos farináceos para uso na alimentação humana, como no setor de panificação, com adição de farinhas mistas ou como complemento à farinha de trigo (COELHO; WOSIACKI, 2010; AQUINO *et al.*, 2010; PEREZ; GERMANI, 2007).

O estudo dos compostos farináceos, tanto físico-químico quanto tecnológicos, gera conhecimento sobre a quantificação de cada fração (minerais, umidade, proteínas, lipídeos), bem como sobre outras características – formação de gel, solubilidade em água, absorção de água, óleo e leite – importantes na busca de novos produtos para a indústria de alimentos (STORCK *et al.* 2015).

Outras características importantes sobre o uso dos resíduos na produção farinácea e nas pesquisas giram em torno dos padrões sanitários, dos padrões de risco crônico na ingestão de pesticidas e em torno da determinação das classes de compostos biologicamente ativos. A avaliação microbiológica é de suma importância na segurança biológica, evitando, assim, contaminação por microrganismos patogênicos e deteriorado-

res. Alguns processos (mecânicos, por radiação ou térmicos) são empregados (LIMA *et al.*, 2019; ARANHA *et al.*, 2017). Entretanto, é necessário também avaliar os riscos de contaminação por ingestão de pesticidas utilizados anualmente nos cultivos de frutíferas (CALDAS; DE SOUZA, 2000).

Os resíduos, em especial, apresentam expressivas quantidades de compostos com características antioxidantes, como os polifenóis, que atuam biologicamente na redução de radicais livres. Os compostos fenólicos agem diretamente como sequestradores de radicais livres (oxigênio singleto, por exemplo) e também no bloqueio de reações em cadeia que podem influenciar negativamente o corpo a nível celular (DNA e RNA). Esses compostos podem ser encontrados nos resíduos das farinhas (DE OLIVEIRA *et al.*, 2018; MOREIA; MANCINI-FILHO, 2004).

Destaca-se também o aproveitamento desses resíduos advindos após o processo de beneficiamento, bem como do descarte domiciliar. O aproveitamento pode ser um fator importante na manutenção do meio ambiente, evitando assim que o grande volume diário de resíduos produzidos pela agroindústria e pelo consumo domiciliar sejam descartados em locais inadequados, como aterros sanitários e lixões, sem o mínimo de conscientização do reaproveitamento (SOARES *et al.*, 2017).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar algumas análises físico-químicas e tecnológicas das farinhas naturais alternativas dos resíduos de frutas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Aquisição dos resíduos de frutas

Os resíduos das frutas foram cedidos por uma propriedade rural no município de Rio Verde/GO, Brasil, com a seguinte localização geográfica: 17°43'14.4"S, 50°53,04'04.7"W. As coletas foram realizadas na propriedade entre agosto e dezembro de 2017 e entre janeiro e abril de 2018.

### Preparo das farinhas dos resíduos dos frutos

Inicialmente, foram coletados 10 kg de cada resíduo por tipo de fruto. Os resíduos foram higienizados com uma solução de hipoclorito de sódio a 1% (v/v) por 15 minutos. Em seguida, foram lavados em água corrente. Cascas, albedo e sementes foram retirados manualmente com o auxílio de uma faca *inox* e colher de sopa, após assepsia com a mesma solução sanitizante descrita anteriormente, com exceção dos frutos do jatobá, que

foram fraturados utilizando martelo, após assepsia com solução aquosa de etanol 70% (v/v).

Os arilos dos frutos do jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*) foram ralados em ralador manual. As sementes foram retiradas e desprezadas. Em seguida, utilizando processador de alimentos, foram acrescidos 100 mL de água para 300 g de cada amostra. As misturas foram processadas por 2 minutos até formarem uma massa homogênea. Utilizando um tecido fino de nylon, as massas foram filtradas manualmente para a retirada do excesso de água e submetidas à secagem em estufa com circulação e renovação de ar forçada a 50 °C, por 28 horas.

Após desidratação, as amostras foram processadas em moinho de facas tipo ciclone, com peneira granulométrica 32 mesh interna, até formação de um pó fino, sendo denominadas de ((F) farinhas): FCBo: casca de banana-ouro; FPBo: polpa de banana-ouro; FCJab: casca de jabuticaba; FEJac: entrecasca de jaca; FCMJac: casca e mesocarpo de jaca; FCPJam: casca e polpa de jambolão; FAFJat: arilo/fruto de jatobá; FCFJat: casca/fruto de jatobá; FCLTai: casca de limão-taiti; FALTai: albedo de limão-taiti; FCLKin: casca de laranja-kinkan; FALKin: albedo de laranja-kinkan; FCMel: casca de melancia; FAMel: albedo de melancia; FCMan: casca de manga; FPMan: polpa de manga; FCPSi: casca e polpa de seriguela; FCLaj: casca de laranja; FALaj: albedo de laranja; FCPGv: casca e polpa de goiaba verde; e FCPGm: casca e polpa de goiaba madura. As farinhas foram mantidas em embalagens plásticas de polietileno para alimentos, e armazenadas em refrigeração a - 8 °C, até análises.

### Análises físico-químicas das farinhas

O pH foi avaliado conforme descrito por IAL (2008), com modificações. Para tanto, separou-se 0,10 g de farinha em bquer de 150 mL e acrescentaram-se 100 mL de água destilada. A mistura foi homogeneizada por 1 minuto e deixada em descanso, logo em seguida, por 15 minutos. As leituras foram realizadas utilizando pHmetro digital de bancada.

A molhabilidade foi determinada conforme descrito por Duarte *et al.* (2017). Para tanto, foi separado 0,1 g de farinha, quantidade que, em seguida, foi submetida a uma queda em frasco bquer de 250 mL contendo 100 mL de água destilada a 25 °C, sem agitação e em bancada plana. Foi utilizado um cronômetro para determinar o tempo (em minutos) necessário para a imersão completa (100%).

Para a determinação da atividade de água (aw) das farinhas armazenadas a temperatura ambiente, foi utilizado o processo descrito por Silva *et al.* (2013), com modificações. Para a análise, foi utilizado analisador de água HygroPalm, Modelo aw 1,

acoplado a uma BOD com termostato controlado na temperatura de 25 °C.

A higroscopicidade foi determinada conforme descrito por Silva *et al.* (2013). Uma alíquota de 0,1 g de farinha foi pesada em célula de vidro de boro silicato, previamente seco a 105 °C por 3 horas em estufa com circulação e renovação de ar forçada. Em seguida, foram resfriados em dessecadora com sílica gel até temperatura ambiente de 25 °C. As células foram levadas para uma dessecadora contendo atmosfera com 75% de umidade relativa, mantida por uma solução aquosa de cloreto de sódio a 40%. As células permaneceram por 7 dias, com aferição da massa final e determinação da porcentagem de higroscopicidade conforme a equação 1.

$$\text{Higroscopicidade (\%)} = \frac{(f+H)}{(i - H)} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

f: água adicionada;

i: peso inicial da amostra;

### Análise tecnológica farinácea

Para determinação de formação de gel farináceo, foi adotada metodologia descrita por Coffmann e Garcia (1977). Para tanto, foram pesadas em tubos cônicos concentrações crescentes de farinha (2, 6, 10, 14, 18, 22 e 26%), acrescidas com 20 mL de água destilada. Os tubos cônicos foram levados para banho ultratermostático a 90 °C por 35 minutos. Em seguida, os tubos foram resfriados em banho ultratermostático a 25 °C por 15 minutos, e levados para geladeira a 8 °C por 2 horas. Após esse tempo, os tubos foram invertidos, e a formação de gel foi determinada: (-) equivale a “sem formação de gel”; (±), a “gel frágil”; e (+), a “gel resistente”.

### Análise colorimétrica e por imagem digital

A análise de cor foi determinada utilizando colorímetro ColorFlex EZ, adotando-se a escala CIELAB (L\*, a\*, b\*), em que L\* equivale à luminosidade ou brilho, partindo de (0), preto, e chegando a (100), branco, para cromas a\*, (-a\*): verde; (+a\*): vermelho; e b\*, (-b\*): azul; (+b\*): amarelo, conforme descrito por El-Demery (2011). O *Chroma C\** foi determinado pela relação entre a\* e b\*, conforme a equação  $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$ . O *Hue-Angle h°* foi determinado pelo ângulo formado entre a\* e b\*, pela equação  $h^{\circ} = \tan^{-1} (b^*/a^*)$ , indicando a satu-

ração, como descrito por Harder, Canniatti-Brazaca e Arthur (2007).

Para análise colorimétrica digital, foi utilizada a câmera profissional fotográfica Canon Dslr Rebel EOS T6i, com lente 18-55 mm, com sensor CMOS (APS-C) de 24,2 Megapixels e luz artificial fluorescente tubular T<sub>10</sub> com fluxo luminoso entre 2400 a 2700 (lm). Para o tratamento das imagens (histogramas), foi utilizado o *Software* GIMP 2 (versão 2.8.22, 2017).

### Análise Estatística

Todos os experimentos foram realizados em triplicata. Os resultados foram comparados por análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para determinação da diferença estatística entre as médias, em que  $p \leq 0,05$ . O *software* estatístico utilizado foi o *PAST3 (PALEontological Statistics)* (2017). Para análise de ângulo hue ( $h^\circ$ ), foi utilizado o *Software Color Analysis (Lab Tools apps, Versão 6)*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estão apresentadas neste trabalho algumas análises físico-químicas e tecnológicas das farinhas acabadas, visando o produto na prateleira. As análises são de durabilidade, cor e padrões de cores, dados importantes na escolha do produto pelos consumidores, que a cada dia exigem mais por produtos mais saudáveis e com características naturais.

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados de pH, atividade de água ( $a_w$ ) e higroscopicidade (e%) ( $\text{g H}_2\text{O g}^{-1} \text{MS}$ ) das 21 farinhas dos resíduos de frutos.

A determinação do pH é um importante parâmetro avaliativo da condição de um produto de origem farinácea: pHs abaixo de 4,5 diminuem a ação dos processos enzimáticos e diminuem a deterioração por fungos. É através do pH que se determinará a resistência da farinha quanto à desintegração pela presença desses microrganismos (SOUSA; APOLINÁRIO; CAMPOS, 2017; SOUZA *et al.*, 2008).

**Tabela 1** – Análise dos parâmetros de pH, atividade de água ( $a_w$ ) e higroscopicidade (%) ( $\text{g H}_2\text{O g}^{-1} \text{MS}^*$ ) para as farinhas dos resíduos de frutos

Amostras	pH	Molhabilidade (min.)	Atividade da água ( $a_w$ )	Higroscopicidade % ( $\text{g H}_2\text{O g}^{-1} \text{MS}^*$ )
FCBo	5,37 ± 0,01 <sup>a</sup>	28,05 ± 0,30 <sup>m</sup>	0,405 ± 0,00 <sup>m</sup>	20,70 ± 0,23 <sup>c</sup>
FPBo	4,13 ± 0,00 <sup>f</sup>	87,89±0,56 <sup>b</sup>	0,514 ± 0,00 <sup>b</sup>	22,15 ± 0,10 <sup>a</sup>
FCJab	2,96 ± 0,01 <sup>n</sup>	41,85±1,20 <sup>j</sup>	0,455 ± 0,00 <sup>j</sup>	12,19 ± 0,50 <sup>j</sup>
FEJac	4,22 ± 0,01 <sup>e</sup>	43,34 ± 0,92 <sup>i</sup>	0,413 ± 0,00 <sup>j</sup>	20,42 ± 0,35 <sup>c</sup>
FCMJac	4,36 ± 0,00 <sup>d</sup>	49,93 ± 0,60 <sup>h</sup>	0,424 ± 0,00 <sup>k</sup>	18,73 ± 0,30 <sup>e</sup>
FCPJam	3,10 ± 0,00 <sup>m</sup>	30,40 ± 1,00 <sup>j</sup>	0,400 ± 0,00 <sup>n</sup>	19,60 ± 0,44 <sup>d</sup>
FAFJat	5,03 ± 0,00 <sup>b</sup>	72,65 ± 2,51 <sup>e</sup>	0,497 ± 0,00 <sup>d</sup>	18,30 ± 0,10 <sup>f</sup>
FCFJat	4,32 ± 0,02 <sup>d</sup>	136,24 ± 1,00 <sup>a</sup>	0,537 ± 0,00 <sup>a</sup>	8,22 ± 0,20 <sup>m</sup>
FCLTai	3,73 ± 0,03 <sup>h</sup>	25,64 ± 0,40 <sup>n</sup>	0,484 ± 0,00 <sup>g</sup>	13,81 ± 0,20 <sup>k</sup>
FCLKin	3,70 ± 0,01 <sup>h</sup>	43,55 ± 3,40 <sup>i</sup>	0,460 ± 0,00 <sup>h</sup>	18,20 ± 0,13 <sup>f</sup>
FALKin	2,34 ± 0,04 <sup>p</sup>	26,00 ± 0,40 <sup>n</sup>	0,423 ± 0,00 <sup>k</sup>	17,05 ± 0,10 <sup>g</sup>
FALTai	2,16 ± 0,01 <sup>q</sup>	56,13 ± 0,87 <sup>f</sup>	0,388 ± 0,00 <sup>p</sup>	15,92 ± 0,20 <sup>j</sup>
FCMel	5,03 ± 0,10 <sup>b</sup>	84,89 ± 1,40 <sup>c</sup>	0,489 ± 0,00 <sup>f</sup>	13,34 ± 0,41 <sup>k</sup>
FAMel	4,40 ± 0,00 <sup>c</sup>	10,31 ± 0,00 <sup>p</sup>	0,453 ± 0,00 <sup>j</sup>	19,63 ± 0,12 <sup>d</sup>
FCMan	3,75 ± 0,00 <sup>h</sup>	42,97 ± 0,40 <sup>j</sup>	0,388 ± 0,00 <sup>p</sup>	16,19 ± 0,12 <sup>h</sup>
FPMan	3,42 ± 0,01 <sup>k</sup>	41,48 ± 0,93 <sup>j</sup>	0,406 ± 0,00 <sup>m</sup>	21,08 ± 0,80 <sup>b</sup>
FCPSi	2,47 ± 0,01 <sup>o</sup>	40,48 ± 2,01 <sup>j</sup>	0,339 ± 0,00 <sup>q</sup>	20,71 ± 0,83 <sup>c</sup>
FCLaj	4,07 ± 0,01 <sup>g</sup>	75,31 ± 1,98 <sup>d</sup>	0,505 ± 0,00 <sup>c</sup>	16,42 ± 0,10 <sup>h</sup>
FALaj	3,31 ± 0,10 <sup>l</sup>	8,18 ± 0,14 <sup>p</sup>	0,490 ± 0,00 <sup>e</sup>	17,04 ± 0,10 <sup>g</sup>
FCPGv	3,51 ± 0,01 <sup>i</sup>	33,06 ± 1,64 <sup>k</sup>	0,399 ± 0,00 <sup>o</sup>	14,00 ± 0,24 <sup>j</sup>

\*MS = Massa Seca. Todas as amostras foram realizadas em triplicatas e expressas ( $\pm$ ) em desvio padrão. Os valores médios na coluna seguidos pela mesma letra não diferem significativamente entre si ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de *Tukey*.

Os valores de pHs encontrados neste estudo variaram entre 2,16 e 5,37. A maioria das farinhas apresentou diferença significativa pelo teste de *Tukey*, exceto as farinhas de FAFJat, FCMel, FCMJac, FCFJat, FCMan, FCLTai e FCLKin, que não apresentaram diferença significativa nesse teste. Sousa, Apolinário e Campos (2017) encontraram pH iguais a 5,46 e 5,33 para as farinhas das cascas secas de jaca por convecção e por micro-ondas, respectivamente. Neste estudo, tanto as farinhas FEJac quanto FCMJac apresentaram pHs inferiores de 4,22 e 4,36 quando comparadas aos observados no estudo de Sousa *et al.* (2018).

Lima *et al.* (2016) avaliaram a farinha da entrecasca de melancia e encontraram pH igual a 7,14. Para as farinhas dos resíduos das polpas do cupuaçu e morango, Freitas *et al.* (2015) encontraram valores de pHs entre 11,76 e 12,10, e entre 5,29 a 9,48, respectivamente, avaliando três lotes. Já Storck *et al.* (2015) encontraram pH entre 3,62 e 3,64 para farinhas dos resíduos de acerola; entre 4,14 e 4,24 para laranja; entre 3,64 e 3,70 para maçã e entre 3,67 e 3,74 para uva.

Podemos definir a Molhabilidade como (i) a capacidade de um particulado absorver líquido por ascensão capilar ou como (ii) o tempo necessário para que uma quantidade conhecida de pó particulado seja completamente molhada por um líquido conhecido (água) (FREUDIG *et al.*, 1999).

Para a molhabilidade, este estudo apresentou, na maioria das amostras, diferença significativa pelo teste de *Tukey*, exceto para as farinhas de FCLKin, FEJac, FCMan, FCJab, FPMan, FCPSi, FALKin e FCLTai. Lima (2006) avaliou a farinha do facheiro e obteve tempo de molhabilidade igual há 0,73 minutos. A molhabilidade é um dos parâmetros de grande importância para a indústria de alimentos, visto que, onde quanto menor o tempo para que entorno de 90% do particulado farináceo consiga molhar em menor tempo, rompendo assim a barreira entre o particulado e a água, durante o processo de fabricação de alimentos pastosos.

A atividade de água ( $a_w$ ) nos fornece dados importantes sobre a umidade contida na matéria-prima. Observa-se que, quanto mais baixa essa atividade, mais lentas serão as reações bioquímicas e com isso, menor será a mobilidade da atividade enzimática. A  $a_w$  pode sofrer alterações conforme aumento de umidade e conforme tempo de secagem estabelecido. A  $a_w$  aumenta com a diminuição da temperatura. Quando a temperatura é fixada, a  $a_w$  diminui com o aumento de tempo de secagem (SILVEIRA *et al.*, 2016). De acordo com Ribeiro e Seravalli (2007), a atividade de água é classificada em umidade baixa ( $a_w$  até 0,600), intermediária (entre 0,600 a 0,900) e alta (acima de 0,900).

Todas as farinhas avaliadas neste estudo, com base nesta classificação, são consideradas de baixa umidade ( $a_w$  até 0,600). Os valores de  $a_w$  das 21 farinhas estão próximos aos valores recomendados por Brasil (2005). A maioria dos resíduos farináceos apresentou diferença significativa pelo teste de *Tukey*; entretanto, não foi observada diferença estatística para as farinhas FCBo e FPMan. Essa análise avalia a qualidade do produto acabado. Quando avaliadas, as farinhas deste estudo se apresentaram como boas opções devido ao maior tempo de vida útil de prateleira observado. Duarte *et al.* (2017) avaliaram a atividade de água nos frutos despolpados do marolo e da cagaita, *in natura* e liofilizados, obtendo médias de 0,250 e 0,300 respectivamente.

Para Alexandre, Figueirêdo e Queiroz (2007), considerando a higroscopicidade em alimentos desidratados, principalmente farinhas, pode-se observar baixo teor de água, fator de grande importância para a preservação e aumento do tempo de prateleira. Os autores ainda discutem sobre a influência do conteúdo de água sobre as variáveis *paladar*, *digestão*, *estrutura física* (formação de grumos) e *manuseio* (aumento de peso).

O conteúdo de água pode ser influenciado pelo tamanho da partícula: quanto maior a área superficial, maior será o contato com a água. Segundo metodologia preconizada por GEA (2010), as farinhas ou pós-farináceos são classificados conforme a quantidade (em porcentagem) de água absorvida. Valores menores que 10% são considerados não higroscópicos; valores entre 10,1 e 15% são considerados ligeiramente higroscópicos; valores entre 15,1 e 20% são considerados higroscópicos; valores entre 20,1 e 25% são considerados muito higroscópicos; e valores acima de 25% são considerados extremamente higroscópicos.

Neste estudo, para a farinha FCFJat, observou-se higroscopicidade de 8,22%, tratando-se, assim, de uma farinha não higroscópica. Para FPBo, FPMan e FCPGm, foram encontrados valores iguais a 22,15, 21,08 e 21,11%, respectivamente, sendo consideradas, portanto, farinhas muito higroscópicas. Quanto às diferenças estatísticas, apenas as farinhas de FCPGv, FALTai, FCMJac, FPBo, FALKin, FCJab e FCFJat apresentaram valores diferentes pelo teste de *Tukey*.

No estudo proposto por Oliveira, Costa e Afonso (2014), os pesquisadores caracterizaram o pó da polpa de cajá liofilizado em dois tratamentos (pó integral e pó contendo 17% de maltodextrina), obtendo valores iguais a 12,93 e 8,51% para a higroscopicidade. Araújo *et al.* (2014) avaliaram a higroscopicidade do suco de acerola desidrato em leite de jorro com diferentes porcentagens de maltodextrina, obtendo valores entre 7,32 e 11,91%. Já Araújo (2011) encontrou os valores 9,83 e 11,20%

para a polpa desidratada por liofilização e secagem em leito de jorro dos frutos de jambolão.

Na Tabela 2 está apresentada a capacidade de formação de gel resistente das 21 farinhas dos resíduos de frutos, nas concentrações variando de 2 a 26%.

Esse experimento avaliou a capacidade de formação de gel em uma quantidade mínima para cada farinha em certo volume de água. As farinhas de FCLKin e FALKin apresentaram formação de gel já na menor concentração de 2%, FALTai, FAMel, FCMan e FCPGv apresentaram formação de gel frágil na menor concentração, de 2%. Santana, Oliveira Filho e Egea (2010) observaram essa mesma característica avaliando as farinhas de aveia A e B e de trigo branco em estudo. As farinhas FCFJat e FCPSi não apresentaram formação de gel em nenhuma das concentrações avaliadas. O mesmo resultado foi

verificado por Santana, Oliveira Filho e Egea (2017) nas farinhas de soja e uva.

A formação de gel é um fenômeno que resulta em complexas redes de carboidratos modificados pela ação térmica, gerando um composto com característica gélida (ADEBOWALE; LAWAL; 2003). Sato *et al.* (1995) discutem sobre os teores de proteínas e também, de lipídios parcialmente desnaturados ou tratados por enzimas, influenciam consideravelmente na formação do fenômeno da gelificação.

Farinhas em que não há formação de gel possuem pouca utilidade na fabricação de mingaus e de cremes que dependem de uma gelificação consistente e contínua; entretanto, pode ser utilizada na produção de barras nutracêuticas ou *in natura*. Já farinhas que apresentam formação de gel frágil nas menores concentrações possuem características importantes para a in-

**Tabela 2** – Determinação da formação de gel farináceo nas 21 farinhas dos resíduos de frutas

Amostras	Formação de Gel Farináceo						
	2%	6%	10%	14%	18%	22%	26%
FCBo	-	-	±	±	+	+	+
FPBo	-	-	-	-	±	+	+
FCJab	-	-	±	±	±	±	+
FEJac	-	±	±	±	±	±	±
FCMJac	-	-	±	+	+	+	+
FCPJam	-	±	±	±	±	±	+
FAFJat	-	-	±	+	+	+	+
FCFJat	-	-	-	-	-	-	-
FCLKin	+	+	+	+	+	+	+
FALKin	+	+	+	+	+	+	+
FCLTai	-	±	±	+	+	+	+
FALTai	±	±	+	+	+	+	+
FCMel	-	-	+	+	+	+	+
FAMel	±	±	+	+	+	+	+
FCMan	±	±	±	±	+	+	+
FPMan	-	-	±	±	+	+	+
FCPSi	-	-	-	-	-	-	-
FCLaj	-	±	±	+	+	+	+
FALaj	-	±	+	+	+	+	+
FCPGv	±	±	±	±	+	+	+
FCPGm	-	±	±	±	±	±	±

Todos os resultados foram feitos em triplicata, em que (-) equivale à ausência de gel, (±) equivale a gel frágil, e (+) equivale a gel resistente.

dústria alimentícia, onde quantifica a variação da quantidade da matéria prima empregada na fabricação de produtos alimentícios que dependem diretamente de consistência sobre a gelificação (SANTANA; OLIVEIRA FILHO; EGEEA, 2017).

Garcia *et al.* (2017) complementam que, além do parâmetro de formação de gel, outras análises complementares também são importantes para indicar quais farinhas podem ser utilizadas em determinado processo industrial alimentício. Entre essas outras análises, incluem-se: índice de absorção de água, capacidade de absorção de óleo, volume de intumescimento, solubilidade em água, atividade emulsificante e estabilidade da emulsão.

Na Tabela 3 estão apresentadas as análises de cor das 21 farinhas naturais alternativas a partir dos resíduos dos frutos.

A maioria das farinhas deste estudo apresentou diferenças significativas pelo teste de Tukey, exceto as farinhas de FAMel e FCLTai, que não apresentaram diferença significativa. A farinha de FALaj apresentou maior resultado para L\* (em torno de 84,92) e menor intensidade de L\* (24,06) para FPBo. El-Demery (2011), estudando a polpa *in natura* e a farinha de abóbora, obteve valores de L\* iguais a 32,18 e 58,02, respectivamente. Correia, Leitão e Beirão-da-Costa (2009) encontraram valores de L\* entre 83,5 a 93,7 para farinhas de duas variedades de castanha portuguesa.

**Tabela 3** – Análise colorimétrica (L\*, a\* e b\*) das 21 farinhas dos resíduos de frutas e respectivas fotografias

Amostras	Cor			Fotografias
	L*	a*	b*	
FCBo	41,71 ± 0,02 <sup>q</sup>	5,45 ± 0,01 <sup>k</sup>	17,55 ± 0,02 <sup>m</sup>	
FPBo	24,06 ± 0,10 <sup>i</sup>	9,09 ± 0,03 <sup>f</sup>	12,37 ± 0,10 <sup>p</sup>	
FCJab	49,27 ± 0,01 <sup>p</sup>	6,98 ± 0,01 <sup>j</sup>	13,15 ± 0,01 <sup>o</sup>	
FEJac	51,40 ± 0,01 <sup>o</sup>	13,42 ± 0,01 <sup>a</sup>	31,09 ± 0,02 <sup>d</sup>	
FCMJac	61,28 ± 0,00 <sup>l</sup>	9,81 ± 0,00 <sup>d</sup>	29,80 ± 0,02 <sup>c</sup>	
FCPJam	33,86 ± 0,01 <sup>s</sup>	11,55 ± 0,01 <sup>c</sup>	4,70 ± 0,02 <sup>q</sup>	
FAFjat	83,83 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,84 ± 0,01 <sup>q</sup>	25,60 ± 0,01 <sup>s</sup>	
FCFjat	74,60 ± 0,05 <sup>d</sup>	4,47 ± 0,01 <sup>l</sup>	16,95 ± 0,01 <sup>m</sup>	
FCLKin	65,67 ± 0,00 <sup>j</sup>	2,56 ± 0,01 <sup>o</sup>	24,46 ± 0,01 <sup>i</sup>	
FALKin	61,91 ± 0,01 <sup>k</sup>	7,63 ± 0,01 <sup>b</sup>	33,09 ± 0,02 <sup>a</sup>	
FCLTai	79,15 ± 0,01 <sup>c</sup>	1,51 ± 0,01 <sup>p</sup>	15,47 ± 0,01 <sup>n</sup>	
FALTai	66,52 ± 0,00 <sup>i</sup>	-0,75 ± 0,00 <sup>b</sup>	25,17 ± 0,00 <sup>b</sup>	
FCMel	72,86 ± 0,00 <sup>e</sup>	-3,63 ± 0,01 <sup>a</sup>	24,62 ± 0,01 <sup>i</sup>	
FAMel	79,07 ± 0,00 <sup>c</sup>	3,50 ± 0,00 <sup>m</sup>	18,00 ± 0,01 <sup>l</sup>	
FCMan	56,67 ± 0,01 <sup>n</sup>	3,34 ± 0,01 <sup>n</sup>	24,65 ± 0,01 <sup>i</sup>	
FPMan	69,77 ± 0,04 <sup>f</sup>	8,27 ± 0,02 <sup>s</sup>	32,04 ± 0,03 <sup>c</sup>	
FCPSi	33,96 ± 0,01 <sup>r</sup>	9,73 ± 0,02 <sup>e</sup>	18,52 ± 0,03 <sup>k</sup>	
FCLaj	68,93 ± 0,00 <sup>s</sup>	4,52 ± 0,01 <sup>l</sup>	32,91 ± 0,01 <sup>b</sup>	
FALaj	84,92 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,49 ± 0,01 <sup>p</sup>	18,75 ± 0,01 <sup>k</sup>	
FCPGv	67,14 ± 0,00 <sup>h</sup>	7,03 ± 0,01 <sup>i</sup>	23,76 ± 0,01 <sup>j</sup>	
FCPGm	58,67 ± 0,02 <sup>m</sup>	12,54 ± 0,01 <sup>b</sup>	27,60 ± 0,01 <sup>f</sup>	

L\*: luminosidade; a\*: cromaticidade (verde/vermelho); b\*: cromaticidade (azul/amarelo). Todas as amostras foram feitas em triplicata e expressas (±) em desvio-padrão. Os valores médios na coluna seguidos pela mesma letra não diferem significativamente (p ≤ 0,05) pelo teste de Tukey.

Para cor  $a^*$ , as farinhas avaliadas apresentaram diferença significativa para a maioria das amostras, exceto para FCFJat, FCLaj, FCLTai e FALaj, que não apresentaram significância pelo teste de *Tukey*. As farinhas de FALTai e FCMel apresentaram tons de verde, com valores de  $a^*$  iguais a -0,75 e -3,63, respectivamente. Tons tendendo fortemente para o vermelho ( $a^*$ ) foram observados nas farinhas de FEJac, FCPGm e FCPJam. Foram encontrados valores iguais a 13,42, 12,54 e 11,55, respectivamente.

Duarte *et al.* (2017) avaliaram os frutos despulpados do marolo e da cagaita, *in natura* e liofilizados, encontrando resultados de 2,31 e 3,19 (marolo *in natura* e liofilizado) e de 0,43 e 1,47 para (cagaita *in natura* e liofilizada) para cromaticidade ( $a^*$ ). Em estudo realizado por El-Demery (2011) com farinha de abóbora, foi observado  $a^*$  igual a 9,08. A farinha obteve maior índice tendendo para a cor vermelha. Para a polpa *in natura* dos frutos do jambolão, Araújo (2011) encontrou índice superior ao observado neste estudo, com  $a^*$  de 21,46.

Conforme teste de *Tukey*, o cor  $b^*$  apresentou diferença significativa entre a maioria das farinhas, exceto para as farinhas FCMel, FCLKin, FALaj, FCPSi, FCFJat e FCBo. Quanto à tonalidade para o amarelo ( $b^*$ ), a farinha de FALKin foi a que apresentou o maior resultado (33,09). A menor tonalidade para o amarelo foi observada na farinha de FCPJam, com valor de  $b^*$  igual a 4,70.

Avaliando a polpa *in natura* e da farinha de abóbora, El-Demery (2011) obteve valores de  $b^*$  iguais a 24,05 e 34,88, respectivamente, com significativa variação entre a polpa e a farinha processada. Araújo (2011), ao caracterizar a polpa de jambolão *in natura*, desidratada por liofilização e seca em leito jorro, obteve, para a cromaticidade  $b^*$ , tonalidade azul, valores iguais a -7,62; -5,34 e -4,24, respectivamente. Para o fruto despulpado do marolo e cagaita, *in natura* e liofilizados, Duarte *et al.* (2017) encontraram resultados de 39,23, 35,34, 49,16 e 65,57, respectivamente.

Na Tabela 4 estão apresentados o Cor ( $C^*$ ) e o Hue Angle ( $h^\circ$ ) para as 21 amostras de farinhas obtidas a partir dos resíduos dos frutos avaliados neste estudo.

De acordo com Pathare *et al.* (2013), o componente *chroma* ( $C^*$ ) demonstra a intensidade da cor. Quanto maior o resultado, maior será a intensidade da cor. O Hue Angle ( $h^\circ$ ) é representado por ângulos de  $0^\circ$  a  $360^\circ$ . Duarte *et al.* (2017) afirmam, em seu estudo, que, entre  $0^\circ$  e  $90^\circ$ , a cor predominante é de tons em vermelho, laranja e amarelo; entre  $90^\circ$  e  $180^\circ$ , predominam tons em amarelo, amarelo-esverdeado a verde; entre  $180^\circ$  e  $270^\circ$ , predominam tons em verde, azul esverdeado e azul; entre  $270^\circ$  e  $360^\circ$ , predominam tons em azul, púrpura, magenta e vermelho. Neste estudo, pode-se observar, na Tabela

4, a variação de  $C^*$  entre 14,47 e 33,96, e de  $h^\circ$  entre 22,19 e 98,40. A maioria das amostras não apresentou resultados com significância estatística pelo teste de *Tukey*.

O maior número das amostras deste estudo apresentou bons valores de saturação. Canuto *et al.* (2010) caracterizaram as polpas dos frutos de araçá-boi, buriti e murici colhidos na região amazônica, obtendo valores para  $C^*$  iguais a 29,8, 42,9 e 39,3, respectivamente, apresentando ótima saturação de cor. Para polpa de jambolão *in natura*, desidratada por liofilização e seca em leito jorro, Araújo (2011) obteve valores para  $C^*$  iguais a 22,77, 18,31 e 16,25; e, para  $h^\circ$ , os valores 359,66, 359,70 e 359,73, respectivamente.

Na realização deste trabalho, optou-se apenas pela secagem térmica a  $50^\circ\text{C}$ , sendo encontrados, para  $C^*$  e  $h^\circ$ , valores inferiores quando comparados a diferentes processos (*in natura*, de secagem em temperaturas superiores, por liofilização e em leito de jorro, que interferem significativamente nas características colorimétricas do produto). Correia *et al.* (2009) avaliaram  $C^*$  e  $h^\circ$  em diferentes processos térmicos em farinhas de duas variedades de castanha portuguesa, obtendo médias entre 9,9 e 23,4; e entre 84,4 e 98,7, respectivamente.

Duarte *et al.* (2017) realizaram estudo em que avaliaram os frutos despulpados do marolo e da cagaita obtendo valores para  $h^\circ$  de 86,63 e 84,84 (marolo *in natura* e liofilizado), e de 89,50 e 88,72 para (cagaita *in natura* e liofilizada), respectivamente. Já Rocha (1979) avaliou a polpa de mirtilo em pó liofilizado e atomizado, obtendo, para  $C^*$  e  $h^\circ$ , resultados de 12,88 e 10,59; e de -0,03 e 0,13, respectivamente.

Na Figura 1 estão apresentados os histogramas de cor nos análises RGB para as 21 farinhas naturais alternativas obtidas a partir dos resíduos dos frutos avaliados.

De acordo com Carli (2017), esses canais trabalham como um sistema combinações, determinando a homogeneidade de uma amostra (distribuição de cores no espectro). Podem-se observar linhas em azul e vermelho nos histogramas. Quanto mais próximas, maior é a homogeneidade da intensidade. Quando se sobrepõem, indicam cores homogêneas das amostras. Nos histogramas E, G, H, O, T e U, pode-se observar a harmonia das linhas em homogeneidade para as farinhas processadas termicamente neste estudo. Carli (2017), avaliando farinhas de diferentes frutas e lotes iguais, complementa que os padrões de cor (linhas) são únicos para cada farinha, e próximos ou iguais para farinhas do mesmo lote do mesmo fruto.

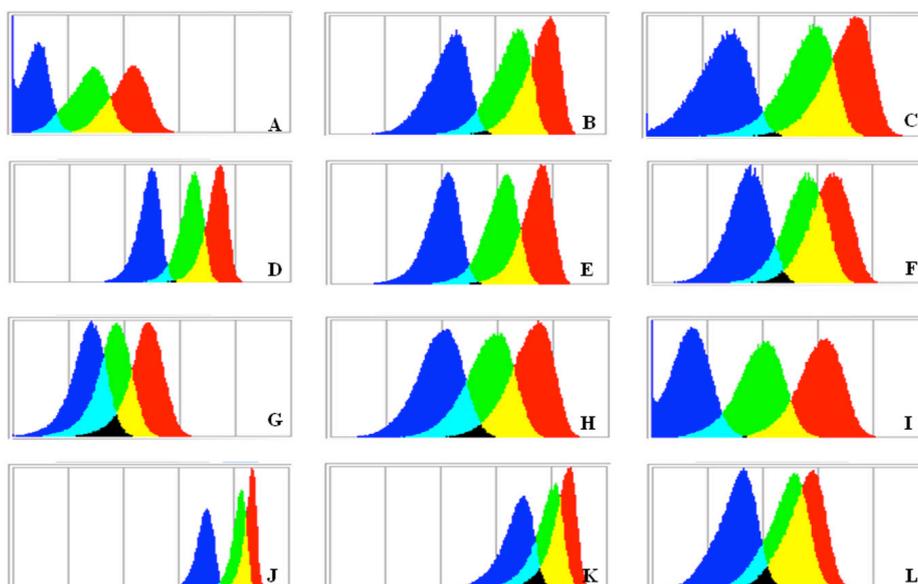
Ainda são poucos os trabalhos que avaliam o uso da colorimetria por imagem digital, visto que esses trabalhos vêm sendo desenvolvidos na área de tecnologia e de processamento de alimentos, gerando assim referências para avaliar os alimentos quanto à homogeneidade ou à heterogeneidade das

**Tabela 4** – Determinação do Cromo ( $C^*$ ) e do Hue Angle ( $h^\circ$ ) determinados nas 21 farinhas dos resíduos de frutos

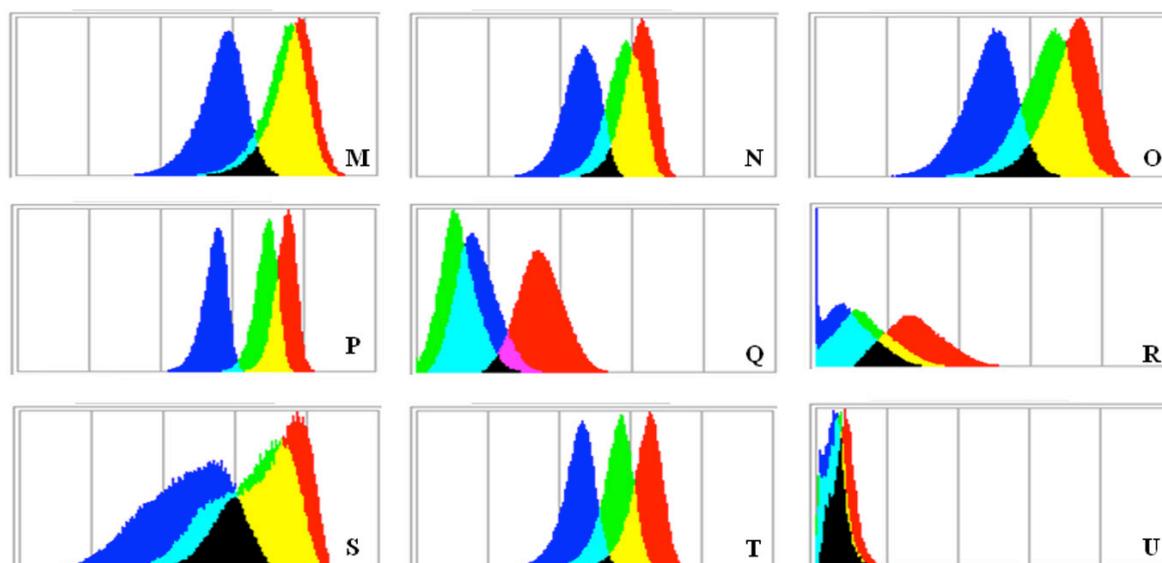
Amostras	$C^*$	$h^\circ$
FCBo	18,37 ± 0,02 <sup>h</sup>	72,75 ± 0,05 <sup>j</sup>
FPBo	15,35 ± 0,09 <sup>i</sup>	53,67 ± 0,32 <sup>m</sup>
FCJab	14,88 ± 0,01 <sup>l</sup>	62,02 ± 0,10 <sup>l</sup>
FEJac	33,86 ± 0,02 <sup>a</sup>	66,64 ± 0,05 <sup>k</sup>
FCMJac	31,37 ± 0,02 <sup>c</sup>	71,79 ± 0,00 <sup>j</sup>
FCPJam	14,47 ± 0,01 <sup>k</sup>	22,19 ± 0,22 <sup>n</sup>
FAFJat	25,61 ± 0,01 <sup>e</sup>	88,12 ± 0,02 <sup>c</sup>
FCFJat	17,53 ± 0,01 <sup>i</sup>	75,27 ± 0,05 <sup>i</sup>
FCLKin	24,59 ± 0,01 <sup>e</sup>	84,03 ± 0,03 <sup>e</sup>
FALKin	33,96 ± 0,02 <sup>a</sup>	77,01 ± 0,02 <sup>h</sup>
FCLTai	15,54 ± 0,02 <sup>j</sup>	84,43 ± 0,03 <sup>e</sup>
FALTai	25,18 ± 0,00 <sup>e</sup>	91,70 ± 0,00 <sup>b</sup>
FCMel	24,89 ± 0,01 <sup>e</sup>	98,40 ± 0,04 <sup>a</sup>
FAMel	18,34 ± 0,01 <sup>h</sup>	79,00 ± 0,02 <sup>g</sup>
FCMan	24,88 ± 0,01 <sup>e</sup>	82,30 ± 0,03 <sup>f</sup>
FPMan	33,10 ± 0,04 <sup>b</sup>	75,54 ± 0,03 <sup>i</sup>
FCPSi	20,92 ± 0,02 <sup>f</sup>	62,26 ± 0,10 <sup>l</sup>
FCLaj	18,81 ± 0,01 <sup>g</sup>	85,46 ± 0,03 <sup>d</sup>
FALaj	33,22 ± 0,01 <sup>b</sup>	82,18 ± 0,01 <sup>f</sup>
FCPGv	24,77 ± 0,01 <sup>e</sup>	73,53 ± 0,05 <sup>j</sup>
FCPGm	30,32 ± 0,02 <sup>d</sup>	65,56 ± 0,00 <sup>k</sup>

Todas as amostras foram feitas em triplicata e expressas em (±) desvio-padrão. Os valores médios nas colunas seguidos pela mesma letra não diferem significativamente ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

**Figura 1** – Histogramas demonstrando os canais de cor em RGB, em que R = vermelho; G = verde; B = azul das farinhas A (FCBo), B (FPMan), C (FCLKin), D (FCPGv), E (FCMJac), F (FCMan), G (FCJab), H (FCPGm), I (FEJac), J (FALTai), K (FAMel), L (FCLTai), M (FCMel), N (FALTai), O (FCLaj), P (FALaj), Q (FCPJam), R (FCPSi), S (FAFJat), T (FCFJat) e U (FPBo) (continua)



**Figura 1** – Histogramas demonstrando os canais de cor em RGB, em que R = vermelho; G = verde; B = azul das farinhas **A** (FCBo), **B** (FPMan), **C** (FCLKin), **D** (FCPGv), **E** (FCMJac), **F** (FCMan), **G** (FCJab), **H** (FCPGm), **I** (FEJac), **J** (FALTai), **K** (FAMel), **L** (FCLTai), **M** (FCMel), **N** (FALTai), **O** (FCLaj), **P** (FALaj), **Q** (FCPJam), **R** (FCPSi), **S** (FAFJat), **T** (FCFJat) e **U** (FPBo) (continuação)



cores neles presentes. Essas análises ainda podem influenciar a avaliação de produtos em diferentes processos de produção e armazenamento, como *in natura*, por tratamento térmico (por aquecimento ou resfriamento), e também por uso de radiações ionizantes utilizadas no processo de preservação e aumento do tempo de vida útil do produto, desde que sejam garantidas as qualidades nutricionais.

## CONCLUSÃO

Os resultados apresentados para as análises físico-químicas e tecnológicas no aproveitamento dos resíduos de frutas avaliadas neste estudo geram para o setor de beneficiamento e de produção de farinhas funcionais ótimos resultados para o desenvolvimento e agregação de novas matérias-primas para a dieta humana e ou animal. Novas análises complementares deverão ser realizadas para a quantificação, por exemplo, de minerais, de conteúdo centesimal, de teores de betacaroteno, de licopeno, e de compostos fenólicos totais. Outras análises tecnológicas e funcionais também podem ser realizadas, permitindo destinar essas farinhas alternativas a inúmeros processos de produção de novos alimentos com características naturais, proporcionando mais saúde ao consumidor.

A condução deste experimento científico-tecnológico ampliará as informações sobre o uso adequado dos resíduos advindos de frutas que anteriormente eram descartadas sem o reuso correto, diminuindo as perdas e possibilitando a geração de novos produtos alimentícios agregados.

## AGRADECIMENTOS

À unidade rural Família Menezes e Filhos pela doação e transporte dos resíduos de frutas até o laboratório; ao Instituto Federal Goiano, *Campus* Rio Verde; aos laboratórios de Química Tecnológica; aos órgãos de fomento em pesquisa CNPq e CAPES, e à FAPEG, esta última pela bolsa de mestrado em Agroquímica para o primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, H. V.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de.; QUEIROZ, A. J. de M. Isotermas de adsorção de umidade da pitanga em pó. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 1, p. 11-20, 2007.
- AQUINO, A. C. M. S.; MOES, R. S.; LEÃO, K. M. M.; FIGUEIREDO, A. V. D.; CASTRO, A. A. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de resíduo de acerola. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 3, p. 379-386, 2010.
- ARAÚJO, A. L. M. de. **Polpa de jambolão (*Syzygium cumini*) desidratada por liofilização e secagem em leito de jorro: Caracterização físico-química e funcional e impacto da secagem**. 2011. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, RN, 92 f.
- ARAÚJO, A. D. A.; COELHO, R. M. D.; COSTA, J. M. C. da.; RODRIGUES, S. (2014). Higroscopicidade do suco de acerola desidratado em leito de jorro. **COBEQ – XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, 19-22 de outubro de 2014, Florianópolis/SC, p. 1-4.
- ARANHA, J. B.; NEGRI, T. C.; MARTIN, J. G. P.; SPOTO, M. H. F. Efeito da radiação gama nos parâmetros microbiológicos, físico-químicos e compostos fenólicos de farinha de resíduos de frutas durante armazenamento. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, n. e2016123, p. 1-10, 2017.
- ADEBOWALE, K. O.; LAWAL, O. S. Foaming, gelation and electrophoretic characteristics of mucuna bean (*Mucuna pruriens*) protein concentrates. **Food Chemistry**, v. 83, p. 237-246, 2003.
- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova a “Norma Técnica referente a Farinha de Trigo”. Portaria n. 354, 22/00000007/1996, revogado pela RDC 263, de 22/09/2005. Diário Oficial da União. Brasília – DF, 1996.
- CALDAS, E. D.; DE SOUZA, L. C. K. R. Avaliação de risco crônico da ingestão de resíduos de pesticidas na dieta brasileira. **Revista de Saúde Pública**, v. 34, n. 5, p. 529-537, 2000.
- CARLI, C. G. de. **Farinhas comerciais de frutas: caracterização física, físico-química e análise de imagem digital**. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco/PR. f. 121.
- COELHO, L. M.; WOSIACK, G. Avaliação sensorial de produtos panificados com adição de farinha de bagaço de maçã. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 582-588, 2010.
- COFFMANN, C. N.; GARCIA, V. V. Functional properties and amino acid content of a protein isolate from mung bean flour. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 12, n. 5, p. 473-484, 1977.
- CORREIA, P.; LEITÃO, A.; BEIRÃO-DA-COSTA, M. L. The effect of drying temperatures on morphological and chemical properties of dried chestnuts flours. **Journal of Food Engineering**, v. 90, p. 325-332, 2009.
- DE OLIVEIRA, H. E.; SOUTO, C. N.; DI CASTRO, I. C.; MELLO, H. H. de C.; MASCARENHAS, A. G. Resíduos agroindustriais do processamento de frutas na alimentação de frangos de corte: Revisão. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 113, n. 607-608, p. 1-10, 2018.
- DUARTE, E. L.; CARLOS, L. de A.; RODRIGUES, C. G.; ANDRADE, R. M.; OLIVEIRA, K. G. de. Influência da liofilização sobre os carotenoides de frutos do cerrado e comportamento higroscópico dos produtos liofilizados. **Revista Perspectivas Online: Biologia & Saúde**, v. 23, n. 7, p. 22-33, 2017.
- EL-DEMERY, M. E. (2011). *In: The 6<sup>th</sup> Arab and 3<sup>rd</sup> International Annual Scientific Conference on Development of Higher Specific Education Programs in Egypt and the Arab World in the Light of Knowledge Era Requirements*. Mansoura Egypt, 13-14 de abril, 2011, (p. 2146-2161). Mansoura, EG.
- FERREIRA NETO, C. J.; FIGUEIRÊDO, R. F. de.; QUEIROZ, A. J. de M. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 4, p. 795-802, 2005.
- FREITAS, E. do C.; BARRETO, E. S.; BARROS, H. E. A. de.; SILVA, A. C. M.; SILVA, M. V. da. Processamento e caracterização físico-química de farinhas de resíduos de polpas de frutas congeladas da

- Theobroma grandiflorum* e *Fragaria vesca*. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 17, n. 4, p. 425-432, 2015.
- FREUDIG, B.; HOGEKAMP, S.; SCHUBERT, H. Dispersion of powders in liquids in a stirred vessel. **Chemical Engineering and Processing: Process Intensification**, v. 38, n. 4-6, p. 525-532, 1999.
- GARCIA, D. M.; ALENCAR, U. R. de.; MOTA, B. G.; BORGES, I. R.; SOUZA, P. O. de. Determinação de características tecnológicas de farinhas produzidas a partir de resíduos de polpas de mamão, melão e goiaba e sua utilização na elaboração de biscoitos tipo *cookies*. **Revista ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS**, v. 4, n. 1, p. 29-41, 2017.
- GEA Niro Research Laboratory. GEA Niro Analytical Methods. 2010. Disponível em: <http://www.niro.com/methods>. Acesso em 29 de set. de 2018.
- HARDER, M. N. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (*Bixa orellana*). **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 102, n. 563-564, p. 339-342, 2007.
- IAL – Instituto Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, v. 1, 1. ed. São Paulo: IMESP, 2008, p.1020.
- LIMA, J. P.; PORTELA, J. V. F.; MARQUES, LO-R.; EL-AOUAR, A. A.; GOMES, J. P. Aproveitamento de resíduos da melancia (*Citrullus lanatus*) para produção de farinha. In: **CONTECC – Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 73ª SOEA**, Foz do Iguaçu – PR, 29 de agosto a 1 de setembro de 2016, pp. 1-4.
- LIMA, A. R. N.; CÂMARA, G. B.; DE OLIVEIRA, T. K. B.; ALENCAR, W. D.; VASCONCELOS, S. H.; SOARES, T. da C.; SOARES, T. da C.; CAVALCANTI, M. da S. Caracterização físico-química e microbiológica de biscoitos confeccionados com farinha de resíduos de frutas. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 11, p. e198111452, 2019.
- MOREIRA, A. V. B.; MANCINI-FILHO, J. Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 4, p. 411-424, 2004.
- NETO, C. J. F.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de.; QUEIROZ, A. J. de M. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 4, p. 795-802, 2005.
- OLIVEIRA, G. S.; COSTA, J. M. C. da.; AFONSO, M. R. A. Caracterização e comportamento higroscópico do pó da polpa de cajá liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 10, p. 1.059-1.064, 2014.
- PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A-J. Colour Measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, p. 36-60, 2013.
- PEREZ, P. M. P.; GERMANI, R. Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar, utilizando farinha de berinjela (*Solanum melongena* L.). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 186-192, 2007.
- RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. Química de alimentos. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2007.
- ROCHA, F. I. G. da. **Avaliação da cor e da atividade antioxidante da polpa e extrato de mirtilo (*Vaccinium myrtillus*) em pó**. 2009. Dissertação (Programa em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. f. 93.
- SANTANA, G. S.; OLIVEIRA FILHO, J. G.; EGEEA, M. B. Características tecnológicas de farinhas vegetais comerciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 2, p. 88-95, 2017.
- SATO, K.; NAKAMURA, M.; KAWANARI, N. M.; NAKAJIMA, I. Preparation of a gel partially heat-denatured whey protein by proteolytic digestion. **Michwissenschaft**, v. 50, p. 389-392, 1995.
- SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO – SEAB. Fruticultura. São Paulo: SEAB, 2015. Disponível em: [http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/file/deral/Prognosticos/fruticultura\\_2014\\_15.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/file/deral/Prognosticos/fruticultura_2014_15.pdf). Acesso em: 29 set. 2018.
- SILVA, P. A.; CUNHA, R. L.; LOPES, A. S.; PENA, R. da S. Caracterização de farinhas de tapioca produzidas no estado do Pará. **Revista Ciência Rural**, v. 43, n. 1), p. 185-191, 2013.
- SILVEIRA, M. L. R.; SANTOS, C. O. dos.; PENNA, N. G.; SAUTTER, C. K.; ROSA, C. S. da.; BERTAGNOLLI, S. M. M. Aproveitamento tecnológico das sementes de goiaba (*Psidium guajava* L.) como farinha na elaboração de biscoitos. **Boletim CEPPA**, v. 34, n. 1, p. 1-20, 2016.

SOARES, D. J.; DIOGENES, A. de M. G.; NETO, L. G. de M.; COSTA, Z. R. T.; ALVEZ, V. R.; SANTOS, M. G.; MORAIS, B. A. de. Utilização de farinha de resíduos de goiaba na elaboração de pães. **Revista CIENTEC**, v. 9, n. 1, p. 97-103, 2017.

SOUSA, A. P. M. de.; APOLINÁRIO, M. de O.; CAMPOS, A. R. N. Avaliação da qualidade de farináceos de casca de jaca. *In: II CONIDIS – II Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido*. 2017. Campina Grande, PB, v. 1, p. 1-9.

SOUZA, J. M. L. de.; ÁLVARES, V. de S.; LEITE, F. M. N.; REIS, F. S.; FELISBERTO, F. Á. V. Caracterização físico-química de farinhas oriundas de variedades de mandioca utilizadas no vale do Juruá, Acre. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 761-766, 2008.

STORCK, C. R.; BASSO, C.; FAVARIN, F. R.; RODRIGUES, A. C. Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em diferentes granulometrias. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 4, p. 277-284, 2015.

## CURRÍCULOS

\*Mestre em Agroquímica, Instituto Federal Goiano, *Campus* Rio Verde, Goiás, Brasil. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1071427974283935>

\*\* Doutor em Química pela Universidade de Brasília, Brasília, Brasil. Instituto Federal Goiano, *Campus* Rio Verde, Goiás, Brasil. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6519321142404132>