



**Universidade Federal de Minas Gerais**  
**Instituto de Ciências Agrárias**  
Campus Regional Montes Claros

**ICA**  
INSTITUTO DE  
CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**Avaliação do uso de farinha da polpa de pequi em empanados cárneos**

**RENATA NOLASCO BRAGA**



Renata Nolasco Braga

**AVALIAÇÃO DO USO DE FARINHA DA POLPA DE PEQUI EM EMPANADOS  
CÁRNEOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

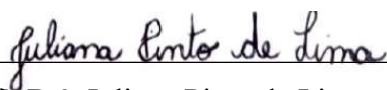
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Juliana Pinto de Lima

Renata Nolasco Braga. AVALIAÇÃO DO USO DE FARINHA DA POLPA DE PEQUI EM EMPANADOS CÁRNEOS.

Aprovada pela banca examinadora constituída por:

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Caroline Liboreiro Paiva - ICA/UFMG

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Janaína Teles de Faria - ICA/UFMG



---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Juliana Pinto de Lima - ICA/UFMG

Montes Claros, 08 de outubro de 2020.

Dedico a Deus, pois Ele me sustentou e proveu tudo para que com louvor eu conseguisse chegar até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Talvez esta seja uma das partes mais difíceis de serem escritas, não pela falta de agradecimentos, mas pelas doces e fortes lembranças das quais preciso me recordar para dar o mérito às pessoas especiais que fizeram a minha graduação tão singular e importante para mim.

Agradeço a Deus por ter realizado o meu sonho de estudar em uma Universidade pública, quando eu já não tinha mais esperanças que isto pudesse acontecer, e além de tudo cuidou de mim com o maior amor do mundo e não permitiu que eu desistisse nas dificuldades.

Agradeço à minha família, pois foi a minha fonte de motivação, o meu apoio e a minha ajuda nas aflições... em especial à minha linda e forte mãe (Denise), aos meus queridos e amorosos avós (Iraci, Pedro, Leia, Chico e Armindo), ao meu amado esposo (João Paulo – “mor”), aos meus tios tão companheiros (Fábio, Eder, Silmara, Débora, Cláudio, Bia, Sérgio, Dani e Toe), aos meus irmãos para quem desejo tudo o que há de melhor (Pedro Henrique, Alice, Otávio e César), aos meus doces primos, estando um tão lindo já nos aguardando para uma festa no céu (Gabriel, Miguel, Malu, Miguel e Belinha), à minha querida amiga Neth, aos meus sábios sogros (Elaine e Ricardo), aos meus divertidos cunhados (Gabriel, Pedro e Gra), ao meu primeiro lindo sobrinho (Ícaro) e ao meu pai (Otávio).

Agradeço aos meus irmãos na fé das igrejas Jesus Somente Jesus, Presbiteriana da Paz, Bola de Neve (Célula Grajaú) e Batista de Parelheiros.

Agradeço aos meus amigos da escola e faculdade (Babi, Lara, Laine, Leska, Math, Brubs, Bruna e Carla), com todos vivi lindos momentos. Agradeço aos meus queridos docentes do ICA, estes que me inspiraram na minha evolução pessoal e profissional, sobretudo à minha amiga orientadora Juliana e à minha banca especial formada pelas professoras Carol e Janaína. E agradeço também aos amigos e colegas que me ajudaram na trajetória da pesquisa científica, como o pessoal do GEPPAM (especialmente Thalita, Gabriel, Mariuze, Rafa, Carlinha, Camila e Isabela), ao José Fábio e à Mariana nas nossas pesquisas com os frutos do Cerrado.

Para cada pessoa aqui citada eu deixo o meu muito obrigada por contribuir na minha trajetória com palavras, ações, dicas, conselhos, direcionamentos, demonstrações de carinhos e suporte. A Deus agradeço pela existência de vocês em minha vida!

*“Um dia... Sim, quando as secas desaparecessem e tudo andasse direito... Seria que as secas iriam desaparecer e tudo andar certo? Não sabia.”*

*(Graciliano Ramos)*

A seguir o artigo científico publicado na revista *Semina: Ciências Agrárias* em agosto de 2020 – “Braga-Souto, R. N.; Santos; T. C.; Barbosa, R. P. A.; Pereira, G. S. L.; Silva; E. E. E.; Oliveira, M. L. P.; Vieira; C. R.; Lima, J. P. Evaluation of the use of pequi pulp flour in breaded meat. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 5, suplemento 1, p. 2071-2086, 2020. doi: 10.5433/1679-0359.2020v41n5Supl1p2071” (ANEXO A e B e APÊNDICE A).

**Evaluation of the Use of Pequi Pulp Flour in Breaded Meat**  
**Avaliação do Uso de Farinha da Polpa de Pequi em Empanados Cárneos**

Renata Nolasco Braga-Souto<sup>1\*</sup>; Thalita Cordeiro Santos<sup>2</sup>; Rafaela Pereira de Assis Barbosa<sup>1</sup>; Gabriel Sthefano Lourenço Pereira<sup>1</sup>; Elaine Erika Elizeu da Silva<sup>1</sup>; Mariuze Loyanny Pereira Oliveira<sup>2</sup>; Claudia Regina Vieira<sup>3</sup>; Juliana Pinto de Lima<sup>3</sup>.

**Highlights**

- 1 – Este estudo reportou a elaboração e caracterização de um produto cárneo inovador.
- 2 – A farinha de pequi aumenta os teores de proteínas e lipídios nos empanados.
- 3 – Maiores rendimento e expansão de volume são observados nos empanados com pequi.
- 4 – A cor dos empanados com pequi é mais alaranjada e intensa, associada aos carotenoides.
- 5 – Empanados com pequi têm potencial de consumo e aceitação tal como empanados comuns.

**Abstract**

Processed meat foods may be associated with poor eating habits, but the aggregation of vegetable ingredients, such as pequi (*Caryocar brasiliense*), makes the formulations of these products healthier and more nutritious. Thus this study aimed to characterize the chemical composition of breaded chicken prepared with pequi pulp flour in breading, as well as to evaluate the technological and sensorial properties of the breaded chicken. The pequi pulp from the region of Montes Claros - MG was dehydrated to obtain flour used in predest, with substitutions of 0%, 25%, 50% and 100% of the breadcrumbs flour. Meat products were chemically evaluated for moisture, lipids, proteins, carbohydrates, and ashes, technologically with measures of specific volume, yield, color difference, chromaticity, and tone of the breaded chicken, and sensorially by the evaluation of the intention of consumption and acceptance. As a result, pequi flour added lipid and protein content, improved yield, allowed higher specific volumes, and more intense color tones to the breaded. In addition, these presented good sensorial results and without significant differences among the studied formulations. It was concluded that the use of pequi flour in the production of breaded chicken can provide nutritional and technological enrichment to these products, without adversely affecting their sensorial characteristics.

Key words: Brazilian savanna. *Caryocar Brasiliense*. Innovation. Nuggets. Nutritional wealth.

<sup>1</sup>Discentes do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Montes Claros, MG, Brasil. E-mail: rnb.nolasco@gmail.com; rafaela-eali@hotmail.com; gabrielsth@ufmg.br; elaine\_ek96@hotmail.com.

<sup>2</sup>Discente do Curso de Mestrado em Alimentos e Saúde, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Montes Claros, MG, Brasil. E-mail: cordeirothalita@yahoo.com.br; mariuzelpe@yahoo.com.br.

<sup>3</sup>Prof<sup>as.</sup> Dr<sup>as.</sup>, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Montes Claros, MG, Brasil. E-mail: crvieira@ica.ufmg.br; juliana-pinto-lima@ica.ufmg.br.

\* Autor para correspondência.

## Resumo

Alimentos cárneos processados podem estar associados a hábitos alimentares pouco saudáveis, mas a agregação de ingredientes vegetais, como o pequi (*Caryocar brasiliense*), torna as formulações desses produtos mais saudáveis e nutritivas. Assim, este estudo objetivou caracterizar a composição química de empanados de frango preparados com farinha da polpa de pequi na camada de empanamento, bem como avaliar as propriedades tecnológicas e sensoriais dos empanados produzidos. A polpa de pequis da região de Montes Claros - MG foi desidratada para obtenção da farinha utilizada na camada de pré-enfarinamento, com substituições de 0%, 25%, 50% e 100% da farinha de rosca. Os produtos cárneos foram avaliados quimicamente quanto aos teores de umidade, lipídios, proteínas, carboidratos e cinzas; tecnologicamente com medidas de volume específico, rendimento, diferença de cor, cromaticidade e tonalidade dos empanados; e sensorialmente pela avaliação da intenção de consumo e aceitação. Como resultados, a farinha de pequi acrescentou conteúdo lipídico e proteico, melhorou o rendimento, permitiu maiores volumes específicos e tonalidades de cor mais intensas aos empanados. Ademais, estes apresentaram bons resultados sensoriais e sem diferenças significativas entre as formulações estudadas. Conclui-se que a utilização da farinha de pequi na produção de empanados, pode fornecer enriquecimento nutricional e tecnológico a estes produtos, sem alterar negativamente suas características sensoriais.

Palavras-chave: *Caryocar brasiliense*. Cerrado. Inovação. *Nuggets*. Riqueza nutricional

## Introdução

O pequi (*Caryocar brasiliense*) é um fruto nativo do Cerrado brasileiro, caracterizado fisicamente como um fruto de epicarpo coriáceo verde a marrom-esverdeado, mesocarpo externo não comestível de coloração branca, apresentando internamente de um a quatro pirênios compostos por um mesocarpo comestível (polpa) amarelo-alaranjado e uma semente ou amêndoa revestida por endocarpo lenhoso espinhoso (M. R. M. R. Pinto et al., 2018; Sousa, Fernandes, Alves, Freitas, & Naves, 2011; Torres, Santana, Shinagawa, & Mancini Filho, 2018). É um fruto largamente utilizado na alimentação e geração de renda pelas comunidades do seu bioma de origem, além de possuir relevância ecológica relativa à sua preservação ambiental (Bailão, Devilla, Conceição, & Borges, 2015; L. C. L. Pinto et al., 2016).



A polpa de pequi apresenta riqueza em sua composição, com destaque para os teores de minerais, fibras, ácido ascórbico, carotenoides, compostos fenólicos e ácidos graxos. Em relação aos minerais, a polpa pode ser considerada, de acordo com a legislação brasileira (Resolução nº 269, 2005; Resolução nº 54, 2012), com alto conteúdo de zinco, magnésio e cobre, além de ser fonte de fósforo e ferro (Alves, Fernandes, Sousa, Naves, & Naves, 2014; Gonçalves, Boas, Resende, Machado, & Boas, 2011). Ressalta-se também, um alto conteúdo de fibras alimentares na polpa de pequi (Lima, Silva, Trindade, Torres, & Mancini-Filho, 2007; Cardoso, Reis, Hamacek, & Pinheiro-Sant'ana, 2013; Ribeiro, Fernandes, Alves, & Naves, 2014), sendo que estas são reconhecidamente benéficas para a saúde gastrointestinal e no controle da obesidade, diabetes e pressão arterial (Anderson et al., 2009; Klosterbuer, Roughead, & Stavin, 2011).

Têm-se relatado na literatura científica pequis com variação de 48,81 a 91,89 mg 100 g<sup>-1</sup> de ácido ascórbico (Gonçalves et al., 2010, 2011; L. J. Rodrigues, Boas, Paula, Pinto, & Piccoli, 2011), valores estes que podem ser maiores ao reportado em abacaxis (52 mg 100g<sup>-1</sup>), morangos (32,60 mg 100g<sup>-1</sup>) e suco fresco de laranja (48,6 mg 100g<sup>-1</sup>) (Aschoff et al., 2015; Rodríguez, Gomes, Rodrigues, & Fernandes, 2017; Valente, Sanches-Silva, Albuquerque, & Costa, 2014). A polpa é rica em carotenoides, como  $\beta$ -caroteno e  $\beta$ -criptoxantina, precursores da vitamina A, a qual é representada por 514,38 RAE 100 g<sup>-1</sup> na polpa cozida (Cardoso et al., 2013). O fruto possui ainda compostos fenólicos, como os ácidos gálico, ferúlico, elágico e p-cumarico, os quais, associados aos carotenoides e ácido ascórbico, contribuem para a elevada atividade antioxidante do fruto (Machado, Mello, & Hubinger, 2015; Ribeiro et al., 2014).

Além do mais, em relação à composição de ácidos graxos, a polpa de pequi possui majoritariamente a presença de ácido oleico (L. G. Oliveira et al., 2017; Traesel et al., 2016), o qual é um ácido graxo monoinsaturado, tendo estudos que associam o consumo de alimentos com altos teores de ácido oleico a benefícios como o aumento dos níveis do HDL-colesterol em humanos (Gilmore et al., 2011), auxílio na prevenção de desordens metabólicas (Moreira et al., 2016) e problemas cardíacos (Jones et al., 2014; Thandapilly et al., 2017).

A reunião destes componentes químicos descritos na polpa de pequi sugere benefícios sobre a saúde confirmados em estudos *in vivo*, especialmente em alguns sintomas e causas de algumas doenças crônicas não transmissíveis (DCNT's). Aguilar, Queiroz, Oliveira e Oliveira (2011) alimentaram camundongos a partir de dieta suplementada com polpa de pequi e esses tiveram aumento significativo dos níveis de HDL (lipoproteínas de alta densidade). Miranda-Vilela, Pereira, Gonçalves e Grisolia (2009) averiguaram efeitos anti-inflamatórios, redução da pressão arterial e diminuição de LDL (lipoproteínas de baixa densidade) relacionados ao consumo de polpa de pequi em atletas. Já L. G. Oliveira et al. (2017) observaram melhora na função cardíaca e redução dos triglicérides hepáticos em ratos alimentados com óleo de pequi.

Convém ressaltar, que a incorporação de pequi em diferentes produtos alimentícios resultou em alta aceitação sensorial e intenção de consumo (E. N. A. Oliveira, Santos, Martins, & Bezerra, 2011; Soares et al., 2009; Souza, Alves, Brito, Lucena, & Rufino, 2014) o que sugere potencial para sua aplicação no desenvolvimento de novos produtos. Contudo, a utilização deste fruto *in natura* é limitada devido a elevada perecibilidade e conseqüentemente reduzida vida pós-colheita (Machado, Mello, & Hubinger, 2013). Neste sentido, com a finalidade de aumentar a vida de prateleira, facilitar o armazenamento e concentrar os nutrientes

do fruto, pode-se recorrer ao processo de secagem e trituração para transformação da polpa de pequi em farinha. E. F. Rodrigues, Pantoja, Soares, Nelson e Santos (2016) elaboraram tempero com a farinha da polpa de pequi, sendo que, a formulação preferida foi a que continha maior quantidade da farinha de pequi (80%). Mendonça et al. (2017) evidenciaram boa retenção de ácido ascórbico e carotenóides da polpa de pequi após processo de secagem à vácuo e em baixa temperatura.

A Pesquisa Nacional de Saúde (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2014) revelou que 37% dos brasileiros entrevistados consumiam regularmente carne vermelha e de frango contendo excesso de tecidos gordurosos de baixa qualidade, sendo este hábito relacionado ao desenvolvimento de DCNT's (IBGE, 2014; Claro et al., 2015). A partir desta ótica, surgem estudos que buscam elaborar, melhorar e avaliar alguns alimentos com foco na saudabilidade (Coutinho et al. 2014; L. A. Oliveira, Reis, Santana, Santos, & Carvalho, 2017; Silva et al., 2014). Além do exemplo anterior, refeições rápidas (*fast food*) e alimentos ultra processados, como alguns produtos cárneos industrializados possuidores de sódio e gorduras saturadas em excesso, são muitas vezes escolhidos pelo consumidor, o que pode comprometer, a longo prazo, a saúde do indivíduo (Dishchekian et al., 2011; Eilat-Adar, Sinai, Yosefy, & Henkin, 2013; Rouhani, Salehi-Abargouei, Surkan, & Azadbakht, 2014).

Diante deste cenário, a preocupação por uma alimentação saudável tem crescido em vista da associação de problemas de saúde ao consumo exacerbado de alimentos industrializados, pouco nutritivos e sem compostos ou ingredientes funcionais. Na tentativa de reverter esse panorama, algumas pesquisas estão sendo desenvolvidas no intuito de elaborar produtos de refeições rápidas mais saudáveis, sem, contudo, afetar muito a qualidade tecnológica dos mesmos. Sobre essa temática, têm-se os seguintes estudos: empanados de frango com farinha de sementes de uva no empanamento (Cagdas & Kumcuoglu, 2015); empanados de frango produzidos com bagaço de cenoura desidratado incorporado na farinha de empanamento (Kumar, Tanwar, Pandey, Shukla, & Sharma, 2017), uso de farinha de amaranto nas diferentes camadas de empanamento e incorporada na emulsão cárnea de frango (Tamsen, Shekarchizadeh, & Soltanizadeh, 2018); aplicação de frutooligossacarídeos, farelo de aveia e inulina em hambúrgueres de carne bovina (Angiolillo, Conte, & Del Nobile, 2015); e empanados com substituição parcial de carne de cabra por amêndoas trituradas (Rajkumar, Das, & Verma, 2014).

À vista das funcionalidades do pequi e da necessidade de criação de alimentos saudáveis e com atributos que agradem o consumidor, esta pesquisa objetivou realizar a caracterização química de empanados de frango preparados com farinha da polpa de pequi na camada de empanamento bem como avaliar as propriedades tecnológicas e sensoriais dos empanados produzidos. Ressalta-se ainda, que a ideia desta proposta não fora encontrada na literatura científica até o presente momento, o que reforça sua originalidade.

## **Material e Métodos**

A pesquisa foi realizada no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e os pequis utilizados no estudo são provenientes da safra 2016/2017 no município de Montes Claros (MG).

### ***Elaboração da farinha de pequi***

Foram utilizados frutos completamente maduros e de boa aparência externa, ou seja, tamanho uniforme, casca íntegra, sem injúrias mecânicas, manchas e/ou rachaduras. Posteriormente, os frutos passaram por lavagem, escovação e sanitização em solução de hipoclorito de sódio a 100 mg L<sup>-1</sup> durante 30 minutos e branqueamento em água a 90 °C por cinco minutos. Em seguida realizou-se o descasque, remoção dos pirênios e retirada da polpa do fruto manualmente. A polpa removida foi imersa em solução de hipoclorito de sódio a 50 mg L<sup>-1</sup> por 30 minutos e posteriormente cortada em fatias padronizadas.

Para elaboração da farinha, a polpa foi direcionada para secadora com circulação de ar forçada à temperatura de 60 °C por seis horas. Logo após, a polpa desidratada foi resfriada a temperatura ambiente e submetida à moagem em multiprocessador doméstico (Philips Walita modelo RI7625) até atingir a granulometria desejada. A farinha então foi acondicionada em recipiente de vidro hermeticamente fechado e armazenado à temperatura de 7 °C.

### ***Formulação dos Empanados de Frango***

Foram elaboradas quatro formulações de empanados de frango (Tabela 1), que se diferiram pela composição dos ingredientes de empanamento da etapa de pré-enfarinhamento (*predust*).

Na formulação do *predust* do empanado controle (EC) continha-se apenas farinha de rosca (FR). Já nas demais formulações, apresentava-se farinha da polpa de pequi (FPP) substituindo a FR em 25% (E25), 50% (E50) e 100% (E100).

**Tabela 1.** Formulações dos empanados de frango.

<b>Formulação para massa cárnea (%)</b>	<b>EC<sup>1</sup></b>	<b>E25<sup>1</sup></b>	<b>E50<sup>1</sup></b>	<b>E100<sup>1</sup></b>
Filés de peito de frango	83,00	83,00	83,00	83,00
Emulsificante - tripolifosfato de sódio INS451i <sup>2</sup>	0,30	0,30	0,30	0,30
Amido de Milho	3,00	3,00	3,00	3,00
Água Gelada	5,00	5,00	5,00	5,00
Proteína Texturizada de Soja	3,50	3,50	3,50	3,50
Sal	2,00	2,00	2,00	2,00
Gordura Vegetal Hidrogenada	1,20	1,20	1,20	1,20
Glutamato Monossódico	0,40	0,40	0,40	0,40
Alho Desidratado	0,14	0,14	0,14	0,14
Cebola, alho e salsa desidratados	0,51	0,51	0,51	0,51
Pimenta do Reino Branca	0,15	0,15	0,15	0,15
Pimenta Malagueta	0,10	0,10	0,10	0,10
Suco de Limão	0,70	0,70	0,70	0,70
TOTAL	100	100	100	100
<b>Formulação para batter (%)</b>	<b>EC<sup>1</sup></b>	<b>E25<sup>1</sup></b>	<b>E50<sup>1</sup></b>	<b>E100<sup>1</sup></b>

Amido de Milho	26,30	26,30	26,30	26,30
Leite em Pó	6,60	6,60	6,60	6,60
Sal	1,30	1,30	1,30	1,30
Água	65,80	65,80	65,80	65,80
TOTAL	100	100	100	100
<b>Formulação para empanamento (%)</b>	<b>EC<sup>1</sup></b>	<b>E25<sup>1</sup></b>	<b>E50<sup>1</sup></b>	<b>E100<sup>1</sup></b>
Farinha de Rosca ( <i>predust</i> )	50,00	37,50	25,00	-
Farinha da Polpa de Pequi ( <i>predust</i> )	-	12,50	25,00	50,00
Farinha de Milho ( <i>breeding</i> )	50,00	50,00	50,00	50,00
TOTAL	100	100	100	100

<sup>1</sup>EC = Empanado controle; E25 = Empanado com 25% de FPP no *predust*; E50 = Empanado com 50% de FPP no *predust*; E100 = Empanado com 100% de FPP no *predust*.

<sup>2</sup>Marca: Conatril SBR Foods Ltda.

Para a produção dos empanados procedeu-se com a moagem de filés de peito de frango refrigerados em moedor (Becker Equipamentos Ind. Ltda, modelo RBT-6) com discos de 10 mm. Posteriormente, a carne fragmentada foi misturada aos demais ingredientes da formulação. Logo em seguida, a massa cárnea homogênea seguiu para a etapa de modelagem manual adquirindo o formato de empanados tipo *nuggets*.

Após a moldagem, os produtos seguiram para o empanamento, sendo este realizado em quatro etapas: 1) imersão em líquido de empanamento (*batter*); 2) pré-enfarinhamento (*predust*) com FR, FPP ou combinação dessas; 3) *batter* novamente e por fim, 4) enfarinhamento (*breeding*) com farinha de milho. Os empanados foram embalados em sacos de polietileno e armazenados à -2 °C. Para realizar a maioria das avaliações, conforme os métodos analíticos descritos a seguir, os empanados foram coccionados durante quatro minutos em fritadeira elétrica com o uso de óleo de soja à temperatura de 170 °C - 180 °C, a qual foi controlada por termômetro a laser modelo TI-550 da marca Instrutherm.

### **Composição Química**

Os parâmetros químicos dos empanados de frango foram obtidos com base nos métodos preconizados pela Association of Official Analytical Chemists [AOAC] (2016), em empanados após cocção, com exceção dos lipídeos que foram aferidos antes e após a fritura. A análise de umidade consistiu na perda de peso das amostras em estufa à 105 °C até atingirem peso constante. O teor proteico foi determinado pelo método micro-Kjeldahl com fator de correção de 6,25. A quantificação lipídica foi realizada pela técnica de extração de óleos e gorduras em aparelho Soxhlet. A análise de cinzas foi feita por incineração em mufla a 550 °C e os carboidratos totais foram calculados através de diferença, que consiste em subtrair de 100% as porcentagens de umidade, proteína, lipídeos e cinzas.

### ***Análise das Propriedades Tecnológicas***

As propriedades tecnológicas foram avaliadas com base nas alterações de volume, massa e cor dos empanados antes e após fritura.

O volume específico foi obtido pela razão entre o volume aparente aferido em proveta pelo uso de painço e a massa dos empanados, conforme a equação 01. O rendimento em massa foi calculado pela medida em porcentagem do quanto de massa havia no empanado após fritura em relação ao produto antes do processo de cocção e foi obtido pela equação 02 (Rajkumar et al., 2014).

$$\text{Volume específico (cm}^3 \text{ g}^{-1}) = \frac{\text{volume aparente (cm}^3\text{)}}{\text{massa (g)}} \quad \{\text{Eq. 01}\},$$

$$\text{Rendimento (\%)} = \left( \frac{\text{Massa pós cocção (g)}}{\text{massa fresca (g)}} \right) * 100 \quad \{\text{Eq. 02}\}.$$

Utilizou-se Colorímetro Konica Minolta portátil com sistema CIELAB definido pelas coordenadas L\* (luminosidade), a\* (coordenada vermelho/verde) e b\* (coordenada amarelo/azul) para obtenção da diferença de cor dos empanados antes e após fritura (Equação 03); ângulo Hue (h°) para definição da tonalidade dos empanados fritos (Equação 04) e a saturação ou cromaticidade da cor dos produtos após fritura pelo cálculo da Chroma (C) por meio da equação 05.

$$\text{Diferença de cor} = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad \{\text{Eq. 03}\}, \text{ sendo}$$

$\Delta L$  = diferença da coordenada L pré e após fritura;

$\Delta a^*$  = diferença da coordenada a\* pré e após fritura;

$\Delta b^*$  = diferença da coordenada b\* pré e após fritura.

$$h^\circ = \cot g \left( \frac{b^*}{a^*} \right) \quad \{\text{Eq. 04}\}, \text{ sendo } \cot g = \text{cotangente.}$$

$$C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad \{\text{Eq. 05}\}$$

### ***Análise Sensorial***

Os testes sensoriais foram realizados com aprovação prévia do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMG (CAEE: 90758318.2.0000.5149). Participaram da pesquisa 60 provadores não treinados e recrutados por convite à toda comunidade acadêmica. Os provadores preencheram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) para Pesquisa com Seres Humanos, questionário de coleta de dados de identificação, hábitos alimentares e conhecimento sobre o produto, além das fichas dos testes afetivos realizados.

Os empanados foram submetidos à cocção seguindo o procedimento exposto anteriormente. Quatro amostras, uma de cada tratamento, foram codificadas com números de três dígitos escolhidos ao acaso e servidas em pratos descartáveis. Um copo contendo água potável também foi servido para ser utilizado entre as provas das amostras, evitando que sabores residuais interferissem na análise sensorial.

Os testes afetivos realizados foram os de intenção de consumo e aceitação. A intenção de consumo foi obtida por meio de escala hedônica de sete pontos na qual as notas variavam de 01 correspondente à expressão “nunca comeria”, 04 a “comeria ocasionalmente” até 07 referente a “comeria sempre” (Instituto Adolfo Lutz [IAL], 2008). O teste de aceitação avaliou o quanto os julgadores gostavam ou desgostavam do produto com base nas características de aparência, textura, sabor e aceitação global, utilizando escala hedônica de nove pontos com variação de 01 “desgostei extremamente”, 05 “nem gostei, nem desgostei” até 09 “gostei extremamente” (IAL, 2008).

### ***Planejamento Experimental e Análise Estatística***

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), contendo 3 repetições e os dados apresentados como média  $\pm$  desvio padrão. Os resultados obtidos das análises tecnológicas, físico-químicas e sensoriais foram analisados estatisticamente com o software Sisvar, sendo os dados submetidos à análise de variância – ANOVA e quando significativos, utilizou-se o teste Tukey a 5% de probabilidade.

## **Resultados e Discussão**

### ***Composição Química***

Na tabela 2 estão apresentados os resultados da composição centesimal dos empanados de frango. Observa-se que os valores de umidade dos empanados produzidos variaram de 47,22 a 49,81%, sendo que o produto com 50% da farinha de pequi (FPP) foi o de maior valor e a formulação com 25% de FPP, o empanado de menor umidade. Esses teores se assemelham aos encontrados por Tanamati et al. (2011) em cinco amostras comerciais de empanados de frango pré-fritos, variando de 42,56 a 53,78% de umidade; e ao reportado por Mah, Price e Brannan (2008) em empanado controle de frango revestido com farinha de rosca, verificando cerca de 51,50% de umidade.

**Tabela 2.** Composição centesimal (%) dos empanados de frango fritos e teor de lipídios (%) dos empanados crus.

<b>Composição (%)<sup>1,2</sup></b>	<b>EC<sup>3</sup></b>	<b>E25<sup>3</sup></b>	<b>E50<sup>3</sup></b>	<b>E100<sup>3</sup></b>
Umidade	48,93 $\pm$ 0,58 <sup>ab</sup>	47,22 $\pm$ 1,34 <sup>b</sup>	49,81 $\pm$ 0,56 <sup>a</sup>	47,88 $\pm$ 0,50 <sup>ab</sup>
Cinzas	6,51 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>	6,12 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	6,36 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	6,15 $\pm$ 0,27 <sup>a</sup>
Lipídios	12,38 $\pm$ 0,19 <sup>d</sup>	18,26 $\pm$ 0,24 <sup>c</sup>	20,7 $\pm$ 0,71 <sup>b</sup>	29,37 $\pm$ 1,11 <sup>a</sup>
Proteínas	36,24 $\pm$ 2,36 <sup>b</sup>	30,59 $\pm$ 0,10 <sup>c</sup>	39,47 $\pm$ 2,20 <sup>ab</sup>	43,76 $\pm$ 2,69 <sup>a</sup>
Carboidratos Totais	44,87	45,03	33,47	20,72
Lipídios (empanado cru)	1,92 $\pm$ 0,10 <sup>d</sup>	9,23 $\pm$ 0,05 <sup>c</sup>	11,76 $\pm$ 0,10 <sup>b</sup>	20,22 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa a 5% de significância através do teste de Tukey.

<sup>2</sup>Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão, exceto carboidratos totais. Com exceção da umidade, todos os dados estão apresentados em base seca.

<sup>3</sup>EC = Empanado controle; E25 = Empanado com 25% de FPP no *predust*; E50 = Empanado com 50% de FPP no *predust*; E100 = Empanado com 100% de FPP no *predust*.

Em relação ao teor de cinzas não houve diferença significativa entre os tratamentos, provavelmente em razão dos teores semelhantes de resíduo mineral tanto da polpa de pequi, 1,41 - 3,09% (Ribeiro et al., 2014), quanto da farinha de rosca, 1,77% (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação [NEPA], 2011).

O teor de lipídios foi maior nas amostras com maiores quantidades da FPP, isso pode ter ocorrido porque a polpa de pequi possui alta quantidade de matéria graxa, como comprovado por Ribeiro et al. (2014) e Faria-Machado et al. (2015) que relataram valores de 43,22 - 68,82% e 78,50% respectivamente. Ressalta-se que o óleo de pequi, segundo L. G. Oliveira et al. (2017), apresenta como ácido graxo majoritário o ácido oleico (57,42%), o que torna o produto como sendo uma boa fonte de ômega-9, reconhecidamente benéfico à saúde. Albuquerque et al. (2016) constataram que o ácido oleico melhorou os sintomas clínicos de camundongos com sepse (problema que leva a desordens inflamatórias e metabólicas) ao prevenir lesões hepáticas e renais, e reduzir a formação de espécies reativas de oxigênio. Liu et al. (2016), em estudo sobre pessoas com síndrome metabólica (SM) ou em risco de tê-la submetidas a uma dieta rica em ácidos graxos monoinsaturados (MUFA), verificou-se que aquelas que consumiram uma variedade de óleo de canola rica em ácido oleico apresentaram redução da gordura corporal e da pressão arterial, marcadores da SM.

Sugere-se que o alto conteúdo de ácido graxo oleico da FPP, durante os processos de cocção dos empanados, não tenha sido drasticamente alterado, pois estudos com óleos de alto teor de ácido oleico aplicados em processos de fritura mostraram baixa perda ou modificação desse componente. O trabalho de Akil et al. (2015) concluiu que azeites de oliva extra virgens, ricos em ácido oleico (72,20 a 77,20%), submetidos ao aquecimento de 180 °C para cocção de batatas fritas durante 5 minutos teve apenas uma ligeira perda de ácido oleico (0,71 a 3,50%) em relação ao azeite antes da fritura, mesmo no maior tempo de cocção avaliado (75 minutos correspondentes a três ciclos de fritura mais os intervalos para aquecer o óleo). Já no trabalho de Aladedunye e Przybylski (2013) avaliou-se a composição de óleos de girassol com alto teor de ácido oleico (79,20 a 85,20%), submetidos a aquecimento a 185 °C, durante sete horas por dia com oito processos de fritura de batatas, sendo de cinco minutos cada um, e repetindo-se esse ciclo durante sete dias consecutivos, condições estas bem mais extremas do que este trabalho, resultou na redução de 5,40 a 8,40% no teor de ácido oleico em relação ao conteúdo inicial. Tais resultados apresentados reforçam a ideia da preservação dos teores de ácido oleico nos empanados com FPP.

Além disso, pigmentos lipossolúveis importantes estão dispersos nessa fração oleosa, tais como os carotenoides, que representam um total de 32,18 mg g<sup>-1</sup> na polpa de pequi segundo L. G. Oliveira et al. (2017). De acordo com M. L. Rodrigues, Souza, Lima, Moura e Geraldine (2013), o azeite de pequi à temperatura de 180 °C tem baixa perda de carotenoides em tempos curtos de fritura, como o de quatro minutos utilizado para a cocção dos empanados deste estudo, razão pela qual sugere-se que uma grande quantidade de carotenoides foi preservada no empanado produzido.

Ainda sobre o teor de lipídeos, comparando-se o teor antes e após a cocção, percebe-se que após a fritura, houve incremento no teor de lipídeos em todas as formulações elaboradas. Sugere-se que os maiores

teores de lipídios nos empanados fritos elaborados com FPP, não estão associados a uma maior absorção de óleo causada por essa farinha, mas sim ao elevado conteúdo graxo existente na própria FPP, pois as diferenças nos teores de lipídios entre os empanados crus e coccionados nos tratamentos com e sem farinha de pequi foram muito semelhantes (8,94 a 10,46%). Fato este interessante, pois, a farinha de pequi apresentou características de absorção de óleo semelhante ao controle, elaborado com farinhas mais tradicionais.

Os carboidratos totais variaram no intervalo de 20,72 a 44,87%, o que em base úmida seria de 10,80 a 22,92%, estando de acordo com o percentual máximo de 30% de carboidratos, exigido pela legislação vigente (Instrução Normativa nº 6, 2001). Observa-se que a diminuição do teor deste nutriente nos empanados, foi inversamente proporcional ao aumento do teor de lipídeos, desta forma, com o aumento da FPP ocorreu diminuição do percentual glicídico.

Os valores de proteínas dos empanados, 30,59 a 43,76%, que em base úmida correspondem ao intervalo de 16,15 a 22,81%, atendem à legislação nacional vigente para empanados (Instrução Normativa nº 6, 2001), que determina teor mínimo de 10% de proteína. Convém ressaltar que a utilização da FPP em 50% e 100% de substituição da farinha de rosca aumentou o teor proteico dos empanados, tendo em vista que já foram relatados valores proteicos consideráveis na polpa de pequi, como 14,69% em frutos do Tocantins (Alves et al., 2014); e 6,19% em frutos da região sul do Cerrado (Ribeiro et al., 2014), com dados expressos em base seca. Acrescenta-se ainda, que estas formulações de 50% e 100% de FPP em porção de 100g representam, respectivamente, a ingestão diária recomendada (IDR) de proteínas de 39,62% e 45,62% para adultos e 58,27% e 67,09% para crianças de 7 a 10 anos (Resolução nº 269, 2005).

### ***Análise das Propriedades Tecnológicas***

Os empanados enquanto crus apresentavam mesmo volume específico, mas após o processo de cocção, os maiores volumes específicos aferidos foram dos tratamentos com percentuais elevados de FPP (Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados para a variável “rendimento em massa”, já que, os tratamentos com farinha de pequi, apresentaram maiores valores do que o controle. Estes resultados sugerem que a FPP permitiu maior retenção dos vapores de água no interior dos empanados, pois as camadas *predust* e *breeding* não se romperam (Lalam, Sandhu, Takhar, Thompson, & Alvarado, 2013) e assim os empanados com pequi tiveram maior expansão. Tal comportamento pode ser atribuído à presença de fibras dessa farinha, que promovem maior firmeza ao empanamento e impedem o rompimento do produto e desprendimento da massa durante e após a fritura (Thebaudin, Lefebvre, Harrington, & Burgeois, 1997; Teruel, García-Segovia, Martínez-Monzó, Linares, & Garrido, 2014). A presença de fibras dietéticas em polpas de pequis foi relatada por Ribeiro et al. (2014) com valores no intervalo de 11,87-26,36%, valores estes bem superiores ao descrito na farinha de rosca com apenas 5,32% (NEPA, 2011).



**Tabela 3.** Resultados das análises de volume, rendimento e cor dos empanados de frango.

Teste tecnológico <sup>1,2</sup>	EC <sup>3</sup>	E25 <sup>3</sup>	E50 <sup>3</sup>	E100 <sup>3</sup>
Volume específico cru (cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> )	1,02 ± 0,04 <sup>a</sup>	1,06 ± 0,09 <sup>a</sup>	1,06 ± 0,05 <sup>a</sup>	1,06 ± 0,07 <sup>a</sup>
Volume específico frito (cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> )	1,10 ± 0,05 <sup>b</sup>	1,20 ± 0,08 <sup>ab</sup>	1,32 ± 0,10 <sup>a</sup>	1,33 ± 0,05 <sup>a</sup>
Rendimento em massa (%)	90,31 ± 0,36 <sup>b</sup>	93,49 ± 1,63 <sup>a</sup>	95,23 ± 0,96 <sup>a</sup>	95,99 ± 0,80 <sup>a</sup>
Diferença de Cor	12,25 ± 0,08 <sup>b</sup>	13,47 ± 0,17 <sup>ab</sup>	14,30 ± 0,35 <sup>ab</sup>	14,99 ± 1,53 <sup>a</sup>
Chroma	37,58 ± 0,27 <sup>c</sup>	44,05 ± 0,26 <sup>b</sup>	45,44 ± 0,83 <sup>ab</sup>	48,37 ± 2,79 <sup>a</sup>
Ângulo Hue	86,87 ± 0,04 <sup>a</sup>	84,98 ± 0,19 <sup>b</sup>	79,77 ± 0,08 <sup>c</sup>	78,54 ± 0,56 <sup>d</sup>

<sup>1</sup>Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa a 5% de significância através do teste de Tukey.

<sup>2</sup>Valores expressos em média ± desvio padrão.

<sup>3</sup>EC = Empanado controle; E25 = Empanado com 25% de FPP no *predust*; E50 = Empanado com 50% de FPP no *predust*; E100 = Empanado com 100% de FPP no *predust*.

A farinha de pequi influenciou nas características colorimétricas dos empanados. A diferença de cor existente nos empanados antes e após cocção foi menor no empanado controle, em contrapartida, o empanado com 100% de FPP utilizada no *predust* apresentou maior diferença de cor. Pelo cálculo do ângulo Hue, foi possível identificar as tonalidades dos empanados, sendo que todos se enquadraram na coloração tendendo ao amarelo (90° - tonalidade amarela). Contudo, à medida que se aumentou o conteúdo da farinha de pequi no empanamento, percebeu-se que os ângulos Hue foram menores (0° - tonalidade vermelha), ou seja, indicando cores gradativamente mais alaranjadas. Aliado a isso, os valores de chroma demonstraram cores mais intensas conforme houve maior agregação de FPP aos empanados.

Esses resultados a respeito da coloração revelam que a presença de compostos cromógenos da FPP determinou cor mais intensa no exterior dos empanados, sendo que, quanto maior a adição de pequi, mais pigmentos de cores entre vermelho e amarelo tiveram as amostras, ou seja, possivelmente pela riqueza dos carotenoides presentes no fruto (Cardoso et al., 2013; Mendonça et al., 2017; M. L. Rodrigues et al., 2013; Saxena, Maity, Raju, & Bawa, 2012).

### **Análise Sensorial**

Os resultados do teste de intenção de consumo não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, com médias indicando que os provadores “comeriam ocasionalmente” e “comeriam frequentemente” os empanados de frango (Tabela 4). Da mesma forma, observa-se que todos os quesitos avaliados no teste de aceitação (aparência, textura, sabor e avaliação global), não tiveram diferença estatística significativa entre os tratamentos e que foram aceitos entre “gostei ligeiramente” e “gostei regularmente”. Sendo assim, reforça-se que os empanados de frango com farinha de pequi apresentam potencial de consumo e aceitação pelo consumidor tanto quanto os empanados comuns, além é claro de acrescentar maiores valores nutricionais.

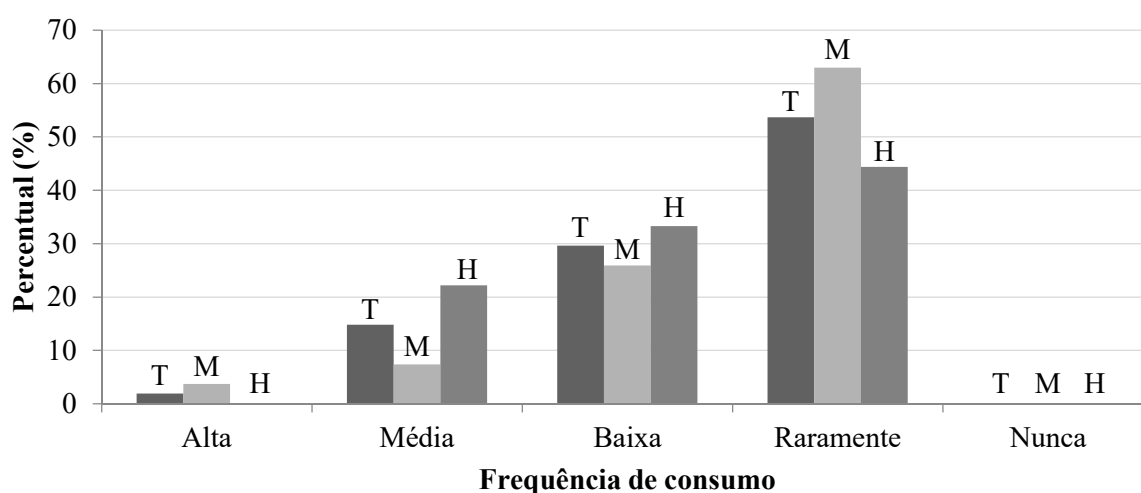
**Tabela 4.** Notas dos testes sensoriais de intenção de consumo e aceitação dos empanados de frango.

Teste <sup>1</sup>	Quesito	EC <sup>2</sup>	E25 <sup>2</sup>	E50 <sup>2</sup>	E100 <sup>2</sup>
Intenção de Consumo	-	5,13 <sup>a</sup>	4,72 <sup>a</sup>	5,02 <sup>a</sup>	5,02 <sup>a</sup>
Aceitação	Aparência	6,80 <sup>a</sup>	7,02 <sup>a</sup>	7,25 <sup>a</sup>	7,47 <sup>a</sup>
	Textura	7,12 <sup>a</sup>	7,06 <sup>a</sup>	7,45 <sup>a</sup>	7,59 <sup>a</sup>
	Sabor	7,55 <sup>a</sup>	6,88 <sup>a</sup>	6,92 <sup>a</sup>	7,02 <sup>a</sup>
	Avaliação Global	7,49 <sup>a</sup>	7,04 <sup>a</sup>	7,24 <sup>a</sup>	7,27 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa a 5% de significância através do teste de Tukey.

<sup>2</sup>EC = Empanado controle; E25 = Empanado com 25% de FPP no *predust*; E50 = Empanado com 50% de FPP no *predust*; E100 = Empanado com 100% de FPP no *predust*.

No gráfico da figura 1 estão apresentados os resultados das respostas sobre a frequência de consumo de empanados comuns de frango (*nuggets*) pelos provadores. A resposta mais recorrente foi “raramente consumo empanados” escolhido por 57,30% da população total da pesquisa; 63,00% das mulheres; e 44,40 % dos homens. Porém, mesmo com esta frequência de consumo “raramente”, que correspondia no questionário a passar meses sem consumir empanados, as médias das notas da intenção de consumo (Tabela 4) demonstraram grande interesse dos provadores em consumir com maior frequência os produtos elaborados por nossa pesquisa (valores representados por 4 - “comeriam ocasionalmente” e 5 - “comeriam frequentemente”). Além disso, considerando o total de notas distribuídas, as porcentagens do somatório das notas entre 4 a 7 (“comeria ocasionalmente” até “comeria sempre”) para cada formulação variaram de 79,63 a 83,33%.



**Figura 01:** Gráfico do percentual de frequência de consumo de empanados de frango comuns.

T = Refere-se ao percentual de consumo considerando a população total de provadores;

M = Refere-se ao percentual de consumo considerando apenas as mulheres entre os provadores;

H = Refere-se ao percentual de consumo considerando apenas os homens entre os provadores.

Em outros estudos sensoriais, a aplicação de subprodutos de pequi na criação de novos produtos, proporcionou incremento nas notas de aceitação e intenção de consumo. Como exemplo, têm-se o teste da margarina feita com óleo de pequi, em que se teve 80,60% de índice de aceitação e 54,00% de provadores que “certamente comprariam o produto” (E. N. A. Oliveira et al., 2011). Biscoitos formulados com substituição de até 25% de farinha de trigo pela farinha do mesocarpo externo de pequi, obtiveram a mesma aceitação do produto padrão (Soares Júnior et al., 2009). Já a aceitação global de molho de pequi apresentou frequência de 76,00% entre os termos “gostei muitíssimo” e “gostei muito”, além de 50,00% dos provadores relatarem que “certamente comprariam” o produto (Souza et al., 2014). Tais estudos só reforçam que a incorporação do pequi na elaboração de produtos pode ser uma alternativa viável e com potencial a ser explorado pela indústria de alimentos.

## **Conclusão**

A utilização da farinha da polpa de pequi na camada *predust* de empanados de frango, agrega valor nutricional a estes produtos, principalmente aumento dos teores lipídicos e proteicos.

Nas avaliações tecnológicas, a farinha de pequi causou maiores volumes específicos, rendimentos e tonalidades mais alaranjadas nos empanados.

A incorporação da farinha de pequi em qualquer proporção estudada não alterou negativamente as características sensoriais dos empanados de frango.

Conclui-se que a utilização da farinha de pequi no *predust* de empanados, pode fornecer enriquecimento nutricional e tecnológico a estes produtos e sem alterar negativamente suas características sensoriais.

## **Agradecimentos**

Ao Grupo de Estudos em Produtos de Panificação e Massas (GEPPAM); à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

## **Referências**

- Aguilar, E. C., Queiroz, M. G. M. N., Oliveira, D. A., & Oliveira, N. J. F. (2011) Serum lipid profile and hepatic evaluation in mice fed diet containing pequi nut or pulp (*Caryocar brasiliense* Camb.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(4), 879-883. doi: 10.1590/S0101-20612011000400008
- Akil, E., Castelo-Branco, V. N., Costa, A. M. M., Vendramini, A. L. A., Calado, V., & Torres, A. G. (2015). Oxidative stability and changes in chemical composition of extra virgin olive oils after short-term deep-frying of French fries. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92, 409–421. doi: 10.1007/s11746-015-2599-2
- Aladedunye, F., & Przybylski, R. (2013). Frying stability of high oleic sunflower oils as affected by composition of tocopherol isomers and linoleic acid content. *Food Chemistry*, 141, 2373–2378. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.05.061

- Albuquerque, C. F. G., Moraes, I. M. M., Oliveira, F. M. J., Burth, P.; Bozza, P. T., Faria, M. V. C., Silva, A. R. S., & Neto, H. C. C. F. (2016). Omega-9 oleic acid induces fatty acid oxidation and decreases organ dysfunction and mortality in experimental sepsis. *PLoS One*, *11*(4), 1-18. doi: 10.1371/journal.pone.0153607
- Alves, A. M.; Fernandes, D. C.; Sousa, A. G. O.; Naves, R. V.; & Naves, M. M. V. (2014). Características físicas e nutricionais de pequis oriundos dos estados de Tocantins, Goiás e Minas Gerais. *Brazilian Journal of Food Technology*, *17*(3), 198-203. doi: 10.1590/1981-6723.6013
- Anderson, J. W., Baird, P., Davis Junior, R. H., Ferreri, S., Knudtson, M., Koraym, A., Waters, V., & Williams, C. L. (2009). Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews*, *67*(4), 188-205. doi: 10.1111/j.1753-4887.2009.00189.x
- Angiolillo, L., Conte, A., & Del Nobile, M. A. (2015) Technological strategies to produce functional meat burgers. *LWT - Food Science and Technology*, *62*, 697-703. doi: 10.1016/j.lwt.2014.08.021
- Aschoff, J. K., Kaufmann, S., Kalkan, O., Neidhart, S., Carle, R., & Schweiggert, R. M. (2015). In vitro bioaccessibility of carotenoids, flavonoids, and vitamin C from differently processed oranges and orange juices [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *63*(2), 578–587. doi: 10.1021/jf505297t
- Association of Official Analytical Chemists (2016). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. (20<sup>a</sup> ed.), Rockville, MD.
- Bailão, E. F. L. C., Devilla, I. A., Conceição, E. C., & Borges, L. L. (2015). Bioactive compounds found in Brazilian Cerrado fruits. *International Journal of Molecular Sciences*, *16*(10), 23760-23783. doi: 10.3390/ijms161023760
- Cagdas, E., & Kumcuoglu, S. (2015). Effects of the addition of grape seed powder on the thermorheological properties of frying batters. *International journal of food engineering*, *11*(2), 185-197. doi: 10.1515/ijfe-2014-0202
- Cardoso, S. L. M., Reis, B. L., Hamacek, F. R., & Pinheiro-Sant'ana, H. M. (2013) Chemical characteristics and bioactive compounds of cooked pequi fruits (*Caryocar brasiliense* Camb.) from the Brazilian Savannah. *Fruits*, *68*(1), 3–14. doi: 10.1051/fruits/2012047
- Claro, R. M., Santos, M. A. S., Oliveira, T. P., Pereira, C. A., Szwarcwal, C. L., & Malta, D. C. (2015). Unhealthy food consumption related to chronic non-communicable diseases in Brazil: National Health Survey, 2013. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, *24*(2), 257-265. doi: 10.5123/S1679-49742015000200008
- Coutinho, M. A. S., Morais, M. G., Coelho, R. G., Alves, F. V., Fernandes, H. J., Ítavo, C. C. B. F., Comparin, M. A. S., & Ribeiro, C. B. (2014). Lipid profile and cholesterol in meat cuts of ewe lambs fed different levels of concentrate. *Semina: Ciências Agrárias*, *35*(6), 3355-3366. doi: 10.5433/1679-0359.2014v35n6p3355
- Dishchekian, V. R. M., Escrivão, M. A. M. S., Palma, D., Ancona-Lopez, F., Araújo, E. A. C., & Taddei, J. A. A. C. (2011). Padrões alimentares de adolescentes obesos e diferentes repercussões metabólicas. *Revista de Nutrição*, *24*(1), 17-29. doi: 10.1590/S1415-52732011000100002
- Eilat-Adar, S., Sinai, T., Yosefy, C., & Henkin, Y. (2013). Nutritional recommendations for cardiovascular disease prevention. *Nutrients*, *5*(9), 3646 -3683. doi: 10.3390/nu5093646
- Faria-Machado, A. F., Tres, A., Van Ruth, S. M., Antoniassi, R., Junqueira, N. T., Lopes, P. S., & Bizzo, H. R. (2015). Discrimination of pulp oil and kernel oil from pequi (*Caryocar brasiliense*) by fatty acid methyl esters fingerprinting, using GC-FID and multivariate analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *63*(45), 10064–10069. doi: 10.1021/acs.jafc.5b03699

- Gilmore, L. A., Walzem, R. L., Crouse, S. F., Smith, D. R., Adams, T. H., Vaidyanathan, V., Cao, X., & Smith, S. B. (2011). Consumption of high-oleic acid ground beef increases HDL-Cholesterol concentrations but both high- and low-oleic acid ground beef decrease HDL particle diameter in normocholesterolemic men. *The Journal of Nutrition*, *141*(6), 1188-1194. doi: 10.3945/jn.110.136085
- Gonçalves, G. A. S., Boas, E. V. B. V., Resende, J. V., Machado, A. L. L., & Boas, B. M. V. (2011). Qualidade dos frutos do pequi submetidos a diferentes tempos de cozimento. *Ciência e agrotecnologia*, *35*(2), 377-385. doi: 10.1590/S1413-70542011000200020
- Gonçalves, G. A. S., Boas, E. V. B. V., Resende, J. V., Machado, A. L. L., & Boas, B. M. V. (2010). Qualidade do pequi submetido ao cozimento após congelamento por diferentes métodos e tempos de armazenamento. *Revista Ceres*, *57*(5), 581-588. doi: 10.1590/S0034-737X2010000500003
- Instituto Adolfo Lutz (2008). *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos* (1ª ed. digital). São Paulo, SP: Instituto Adolfo Lutz.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2014). *Pesquisa Nacional de Saúde: percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas: 2013*. Rio de Janeiro, RJ: IBGE.
- Instrução Normativa nº 6, de 15 de fevereiro de 2001. Anexo III - Regulamento técnico de identidade e qualidade de empanados. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder executivo, Brasília, DF, 19 fev. 2001. Seção 1, p. 62.
- Jones, P. J. H., Senanayake, V. K.; Pu, S., Jenkins, D. J. A., Connelly, P. W., Lamarche, B., Couture, P., Charest, A., Baril-Gravel, L., West, S. G.; Liu, X., Fleming, J. A., Mccrea, C. E., & Kris-Etherton. (2014). DNA-enriched high-oleic acid canola oil improves lipid profile and lowers predicted cardiovascular disease risk in the canola oil multicenter randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *100*(1), 88-97. doi: 10.3945/ajcn.113.081133
- Klosterbuer, A., Roughead, Z. F., & Stavin, J. (2011). Benefits of dietary fiber in clinical nutrition. *Nutrition in Clinical Practice*, *26*(5) 625-635. doi: 10.1177/0884533611416126.
- Kumar, Y., Tanwar, V. K., Pandey, A., Shukla, P., & Sharma, V. (2017). Development and quality assessment of chicken cutlets enrobed with bread crumbs vis-à-vis dried carrot pomace. *Nutrition & Food Science*, *47*(5), 700-709. doi: 10.1108/NFS-06-2016-0082
- Lalam, S., Sandhu, J. S., Takhar, P. S., Thompson, L. D., & Alvarado, C. (2013). Experimental study on transport mechanisms during deep fat frying of chicken nuggets. *LWT- Food Science and Technology*, *50*(1), 110 -119. doi: 10.1016/j.lwt.2012.06.014
- Lima, A., Silva, A. M. O., Trindade, R. A., Torres, R. P., & Mancini-Filho, J. (2007). Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi. *Revista Brasileira de Fruticultura*, *29*(3), 695-698. doi: 10.1590/S0100-29452007000300052
- Liu, X., Kris-Etherton, P. M., West, S. G., Lamarche, B., Jenkins, D. J. A., Fleming, J. A., Mccrea, C. E., Pu, S., Couture, P., Connelly, P. W., & Jones; P. J. H. (2016). Effects of canola and high-oleic-acid canola oils on abdominal fat mass in individuals with central obesity. *Obesity (Silver Spring)*, *24*(11), 2261-2268. doi: 10.1002/oby.21584
- Machado, M. T. C., Mello, B. C. B. S., & Hubinger, M. D. (2013). Study of alcoholic and aqueous extraction of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) natural antioxidants and extracts concentration by nanofiltration. *Journal of Food Engineering*, *117*(4), 450-457. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2012.12.007
- Machado, M. T. C., Mello, B. C. B. S., & Hubinger, M. D. (2015). Evaluation of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) aqueous extract quality processed by membranes. *Food and Bioproducts Processing*, *95*, 304-312. doi: 10.1016/j.fbp.2014.10.013

- Mah, E., Price, J., & Brannan, R. G. (2008). Reduction of oil absorption deep-fried, battered, and breaded chicken patties using Whey Protein Isolate as a postbreading dip: Effect on lipid and moisture content. *Journal of Food Science*, 73(8), S412-S417. doi: 10.1111/j.1750-3841.2008.00902.x
- Mendonça, K. S., Corrêa, J. L. G., Junqueira, J. R. J., Cirillo, M. A., Figueira, F. V., & Carvalho, E. E. N. (2017). Influences of convective and vacuum drying on the quality attributes of osmo-dried pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) slices. *Food Chemistry*, 224, 212-218. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.12.051
- Miranda-Vilela, A. L., Pereira, L. C. S., Gonçalves, C. A., & Grisolia, C. K. (2009). Pequi fruit (*Caryocar brasiliense* Camb.) pulp oil reduces exercise-induced inflammatory markers and blood pressure of male and female runners. *Nutrition research*, 29(12), 850-858. doi: 10.1016/j.nutres.2009.10.022
- Moreira, A. P. B., Teixeira, T. F. S., Alves, R. D. M., Peluzio, M. C. G., Costa, N. M. B., Bressan, J., Mattes, R., & Alfenas, R. C. G. (2016). Effect of a high-fat meal containing conventional or high-oleic peanuts on post-prandial lipopolysaccharide concentrations in overweight/obese men. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 29(1), 95-104. doi: 10.1111/jhn.12284
- Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (2011). *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)* (4ª ed). Campinas, SP: NEPA – UNICAMP.
- Oliveira, E. N. A., Santos, D. C., Martins, J. N., & Bezerra, L. C. N. M. (2011). Obtenção e caracterização de margarina convencional e light à base de óleo de pequi. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 29(2), 293-304. doi: 10.5380/cep.v29i2.25508.
- Oliveira, L. A., Reis, R. C., Santana, H. M., Santos, V. S., & Carvalho, J. L. V. (2017). Development and sensorial acceptance of biofortified dehydrated cassava chips. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(6), 3579-3590. doi: 10.5433/1679-0359.2017v38n6p3579
- Oliveira, L. G., Moreno, L. G., Melo, D. S., Costa-Pereira, L. V., Carvalho, M. M. F., Silva, P. H. E., Alves, A. M., Magalhães, F. C., Dias-Peixoto, M. F., & Esteves, E. A. (2017). *Caryocar brasiliense* oil improves cardiac function by increasing Serca2a/PLB ratio despite no significant changes in cardiovascular risk factors in rats. *Lipids in Health and Disease*, 16(37), 1-8. doi: 10.1186/s12944-017-0422-9
- Pinto, L. C. L., Morais, L. M. O., Guimarães, A. Q., Almada, E. D., Barbosa, P. M., & Drumond, M. A. (2016). Traditional knowledge and uses of the *Caryocar brasiliense* Cambess. (Pequi) by “quilombolas” of Minas Gerais, Brazil: subsidies for sustainable management. *Brazilian Journal of Biology*, 76(2), 511-519. doi: 10.1590/1519-6984.22914
- Pinto, M. R. M. R., Paula, D. A., Alves, A. I., Rodrigues, M. Z., Vieira, E. N. R., Fontes, E. A. F., & Ramos, A. M. (2018). Encapsulation of carotenoid extracts from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb) by emulsification (O/W) and foam-mat drying. *Powder Technology*, 339, 939-946. doi: 10.1016/j.powtec.2018.08.076.
- Rajkumar, V., Das, A. K., & Verma, A. K. (2014). Effect of almond on technological, nutritional, textural and sensory characteristics of goat meat nuggets. *Journal of Food Science and Technology*, 51(11), 3277-3284. doi: 10.1007/s13197-012-0819-4.
- Resolução nº 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento técnico sobre informação nutricional complementar. Recuperado de [http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054\\_12\\_11\\_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864](http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864)
- Resolução nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Recuperado de <http://portal.anvisa.gov.br/legislacao/#/visualizar/27628>

- Ribeiro, D. M., Fernandes, D. C., Alves, A. M., & Naves, M. M. V. (2014). Carotenoids are related to the colour and lipid content of the pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) pulp from the Brazilian Savanna. *Food Science and Technology*, 34(3), 507-512. doi: 10.1590/1678-457x.6369
- Rodrigues, E. F., Pantoja, L. A., Soares, M. B., Nelson, D. L., & Santos, A. S. (2016). Development of bouillon cubes from souari nut pulp: formulation and physicochemical and sensorial evaluations. *Brazilian Journal of Food Technology*, 19, 1-8. doi: 10.1590/1981-6723.5415
- Rodrigues, L. J., Boas, E. V. B. V., Paula, N. R. F., Pinto, D. M., & Piccoli, R. H. (2011). Efeito do tipo de corte e de sanificantes no escurecimento de pequi minimamente processado. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(3), 560-567. doi: 10.1590/S1413-70542011000300018
- Rodrigues, M. L., Souza, A. R. M., Lima, J. C. R., Moura, C. J., Geraldine, R. M. (2013). Cinética da degradação de carotenoides e da alteração de cor do azeite de pequi submetido ao aquecimento em temperatura de fritura. *Ciência Rural*, 43(8), 1509-1515. doi: 10.1590/S0103-84782013000800027
- Rodríguez, O., Gomes, W., Rodrigues, S., & Fernandes, F. A. N. (2017). Effect of acoustically assisted treatments on vitamins, antioxidant activity, organic acids and drying kinetics of pineapple. *Ultrasonics Sonochemistry*, 35, 92-102. doi: 10.1016/j.ultsonch.2016.09.006
- Rouhani, M. H., Salehi-Abargouei, A., Surkan, P. J., & Azadbakht, L. (2014). Is there a relationship between red or processed meat intake and obesity? A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Obesity reviews*, 15(9), 740 -748. doi: 10.1111/obr.12172
- Saxena, A., Maity, T., Raju, P. S., & Bawa, A. S. (2012). Degradation kinetics of colour and total carotenoids in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) bulb slices during hot air drying. *Food and Bioprocess Technology*, 5(2), 672 -679. doi: 10.1007/s11947-010-0409-2
- Silva, V. P., Ferreira, D. N., Souza, N. G. G., Alexandre, A. M., Gomes, I. F. A., Moreira, R. T. (2014). Desenvolvimento de sorvetes à base de caldo de cana e avaliação sensorial com crianças. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(2), 813-824. doi: 10.5433/1679-0359.2014v35n2p813
- Soares Júnior, M. S., Reis, R. C., Bassinello, P. Z., Lacerda, D. B. C., Koakuzu, S. N., & Caliari, M. (2009). Qualidade de biscoitos formulados com diferentes teores de farinha de casca de pequi. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 39(2), 98-104. doi: 10.5216/pat.v39i2.5188
- Sousa, A. G. O., Fernandes, D. C., Alves, A. M., Freitas, J. B., & Naves, M. M. V. (2011). Nutritional quality and protein value of exotic almonds and nut from the Brazilian Savanna compared to peanut. *Food Research International*, 44, 2319–2325. doi: 10.1016/j.foodres.2011.02.013
- Souza, J. P., Alves, R. E., Brito, E. S., Lucena, M. N. G., & Rufino, M. S. M. (2014). Estabilidade de molho de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm) armazenado à temperatura ambiente. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(2), 425-432. doi: 10.1590/0100-2945-127/13
- Tamsen, M., Shekarchizadeh, H., & Soltanizadeh, N. (2018). Evaluation of wheat flour substitution with amaranth flour on chicken nugget properties. *LWT - Food Science and Technology*, 91, 580-587. doi: 10.1016/j.lwt.2018.02.001
- Tanamati, A. A. C., Aguiar, A. C., Boroski, M., Montanher, P. F., Souza, N. E., Godoy, H. T., Matsushita, M., & Visentainer, J. V. (2011). Proximate composition and quantification of fatty acids in breaded chicken steak. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(1), 178-183. doi: 10.1590/S0101-20612011000100026
- Teruel, M. R., García-Segovia, P., Martínez-Monzó, J., Linares, M. B., & Garrido, M. D. (2014). Use of vacuum-frying in chicken nuggets processing. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 26, 482-489. doi: 10.1016/j.ifset.2014.06.005

- Thandapilly, S. J., Raj, P., Louis, X. L., Perera, D., Yamanagedara, P., Zahradka, Taylor, C. G., & Netticadan, T. (2017). Canola oil rich in oleic acid improves diastolic heart function in diet-induced obese rats. *The Journal of Physiological Sciences*, 67(3), 425-430. doi: 10.1007/s12576-016-0504-x
- Thebaudin, J. Y., Lefebvre, A. C., Harrington, M. H., & Burgeois, C. M. (1997). Dietary fibres: Nutritional and technological interest. *Trends in Food Science & Technology*, 8(2), 41-48. doi: 10.1016/S0924-2244(97)01007-8
- Torres, L. R. O., Santana, F. C., Shinagawa, F. B., & Mancini-Filho, J. Bioactive compounds and functional potential of pequi (*Caryocar* spp.), a native Brazilian fruit: a review. *Grasas y Aceites*, 69(2), e257. doi: 10.3989/gya.1222172
- Traesel, G. K., Menegati, S. E., Santos, A. C., Souza, R. I. C., Villas Boas G. R., Justi, P. N., Kassuya, C. A., Argandoña E. J. S., & Oesterreich, S. A. (2016). Oral acute and subchronic toxicity studies of the oil extracted from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) pulp in rats. *Food and chemical toxicology*, 97, 224 - 231. doi: 10.1016/j.fct.2016.09.018
- Valente, A., Sanches-Silva, A., Albuquerque, T. G., & Costa, H. S. (2014). Development of an orange juice in-house reference material and its application to guarantee the quality of vitamin C determination in fruits, juices and fruit pulps. *Food Chemistry*, 154, 71-77. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.12.053



## ANEXOS

### Anexo A

Comprovante de aceite do artigo científico “Braga-Souto, R. N.; Santos; T. C.; Barbosa, R. P. A.; Pereira, G. S. L.; Silva; E. E. E.; Oliveira, M. L. P.; Vieira; C. R.; Lima, J. P. Evaluation of the use of pequi pulp flour in breaded meat. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 5, suplemento 1, p. 2071-2086, 2020. doi: 10.5433/1679-0359.2020v41n5Supl1p2071”

25/02/2020

Gmail - [SCA]Avaliação de artigo



Renata Nolasco Braga <rnb.nolasco@gmail.com>

#### [SCA]Avaliação de artigo

1 mensagem

Profa. Dra. Maria Victoria Eiras Grossmann <mvgrossmann@gmail.com> 15 de fevereiro de 2020 10:57

Para: Renata Nolasco Braga <rnb.nolasco@gmail.com>

Cc: Thalita Cordeiro Santos <cordeirothalita@yahoo.com.br>, Rafaela Pereira de Assis Barbosa <rafaela-eali@hotmail.com>, Gabriel Stéfano Lourenço Pereira <gabrielsth@ufmg.br>, Elaine Erika Eliseu da Silva <elaine\_ek96@hotmail.com>, Mariuze Loyanny Pereira Oliveira <mariuzelpe@yahoo.com.br>, Claudia Regina Vieira <crvieira@ica.ufmg.br>, Juliana Pinto de Lima <juliana-pinto-lima@ica.ufmg.br>

Prezados autores

Após avaliação da versão revisada do artigo " Evaluation of the Use of Pequi Pulp Flour in Breaded Meat", verificou-se que todas as sugestões foram atendidas e/ou adequadamente justificadas. Assim, temos o prazer de lhes informar que o artigo está aprovado.

Para efetivar a publicação, porém, há necessidade de providenciar a tradução do artigo para o inglês e, ainda, apresentar, como documento suplementar, o certificado de tradução, emitido por alguma das instituições recomendadas nas instruções aos autores.

Para agilizar a tramitação, solicitamos o envio, via sistema, de:

1. Versão final (em Word) do artigo, em inglês, incluindo-  
- NOME, ENDEREÇO e E-MAIL DE TODOS OS AUTORES, bem como o AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA, segundo as normas da revista;  
- REFERÊNCIAS DENTRO DAS NORMAS DA REVISTA (em caso de dúvida, consultar o último número publicado ou o último fascículo da revista online como exemplo).

2. Comprovante da tradução ou revisão do artigo, emitido por um dos órgãos indicados

Att

Maria Victoria Grossmann

Editora de Seção

Editor Chefe

João Luis Garcia

Semina Ciências Agrárias

<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias>

## Anexo B

Comprovante de publicação do artigo científico “Braga-Souto, R. N.; Santos; T. C.; Barbosa, R. P. A.; Pereira, G. S. L.; Silva; E. E. E.; Oliveira, M. L. P.; Vieira; C. R.; Lima, J. P. Evaluation of the use of pequi pulp flour in breaded meat. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 5, suplemento 1, p. 2071-2086, 2020. doi: 10.5433/1679-0359.2020v41n5Sup1p2071”

25/09/2020

Gmail - PUBLICAÇÃO ARTIGO SEMINA, V. 41, N. 5, SUPLEMENTO 1, 2020



Renata Nolasco Braga <rmb.nolasco@gmail.com>

### PUBLICAÇÃO ARTIGO SEMINA, V. 41, N. 5, SUPLEMENTO 1, 2020

2 mensagens

Edilaine Soares <semina.agrarias@uel.br>

27 de junho de 2020 10:50

Para: Renata Nolasco Braga <rmb.nolasco@gmail.com>

Cc: Thalita Cordeiro Santos <cordeirothalita@yahoo.com.br>, Rafaela Pereira de Assis Barbosa <rafaela-eali@hotmail.com>, Gabriel Sthefano Lourenço Pereira <gabrielsth@ufmg.br>, Elaine Erika Elizeu da Silva <elaine\_ek98@hotmail.com>, Mariuze Loyanny Pereira Oliveira <mariuzelpe@yahoo.com.br>, Claudia Regina Vieira <crvieira@ica.ufmg.br>, Juliana Pinto de Lima <juliana-pinto-lima@ica.ufmg.br>

Prezados autores, bom dia

INFORMAMOS QUE O SEU ARTIGO SERÁ PUBLICADO NO PUBLICAÇÃO ARTIGO SEMINA, V. 41, N. 5, SUPLEMENTO 1, 2020

INFORMAMOS que quando o seu artigo for publicado, antes o autor principal receberá o PDF para prova final.

OBS: FAVOR CONFERIR SE OS NOME DE TODOS OS AUTORES ESTÃO CORRETOS E ENVIAR CORREÇÃO ATÉ DIA 29/06/2020- SEGUNDA-FEIRA

37.551/19. Evaluation of the use of pequi pulp flour in breaded meat

Avaliação do uso de farinha da polpa de pequi em empanados cárneos

Renata Nolasco Braga-Souto; Thalita Cordeiro Santos; Rafaela Pereira de Assis Barbosa; Gabriel Sthefano Lourenço Pereira; Elaine Erika Elizeu da Silva; Mariuze Loyanny Pereira Oliveira; Claudia Regina Vieira; Juliana Pinto de Lima

Atenciosamente,  
Editor Chefe  
João Luis Garcia  
Semina Ciências Agrárias  
<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias>

## APÊNDICES

### Apêndice A

Apresentação do artigo científico “Braga-Souto, R. N.; Santos; T. C.; Barbosa, R. P. A.; Pereira, G. S. L.; Silva; E. E. E.; Oliveira, M. L. P.; Vieira; C. R.; Lima, J. P. Evaluation of the use of pequi pulp flour in breaded meat. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 5, suplemento 1, p. 2071-2086, 2020. doi: 10.5433/1679-0359.2020v41n5Sup1p2071”

## Evaluation of the use of pequi pulp flour in breaded meat

### Avaliação do uso de farinha da polpa de pequi em empanados cárneos

Renata Nolasco Braga-Souto<sup>1\*</sup>; Thalita Cordeiro Santos<sup>2</sup>; Rafaela Pereira de Assis Barbosa<sup>1</sup>; Gabriel Sthefano Lourenço Pereira<sup>1</sup>; Elaine Erika Elizeu da Silva<sup>1</sup>; Mariuze Loyanny Pereira Oliveira<sup>2</sup>; Claudia Regina Vieira<sup>3</sup>; Juliana Pinto de Lima<sup>3</sup>

#### Highlights:

This study reports the development and characterization of an innovative meat product. Pequi flour increases the contents of proteins and lipids in the breaded. Higher yield and volume expansion are observed in breaded with pequi. Breaded with pequi have more orange and intense coloring, associated with carotenoids. Breaded with pequi have consumption potential and acceptance as common breaded.

#### Abstract

Processed meat foods may be associated with poor eating habits, but the aggregation of vegetable ingredients, such as pequi (*Caryocar brasiliense*), makes the formulations of these products healthier and more nutritious. Thus this study aimed to characterize the chemical composition of breaded chicken prepared with pequi pulp flour in breading, as well as to evaluate the technological and sensorial properties of the breaded chicken. The pequi pulp from the region of Montes Claros - MG was dehydrated to obtain flour used in predest, with substitutions of 0%, 25%, 50% and 100% of the breadcrumbs flour. Meat products were chemically evaluated for moisture, lipids, proteins, carbohydrates, and ashes, technologically with measures of specific volume, yield, color difference, chromaticity, and tone of the breaded chicken, and sensorially by the evaluation of the intention of consumption and acceptance. As a result, pequi flour added lipid and protein content, improved yield, allowed higher specific volumes, and more intense color tones to the breaded. In addition, these presented good sensorial results and without significant differences among the studied formulations. It was concluded that the use of pequi flour in the production of breaded chicken can provide nutritional and technological enrichment to these products, without adversely affecting their sensorial characteristics.

**Key words:** Brazilian savanna. *Caryocar Brasiliense*. Innovation. Nuggets. Nutritional wealth.

#### Resumo

Alimentos cárneos processados podem estar associados a hábitos alimentares pouco saudáveis, mas a agregação de ingredientes vegetais, como o pequi (*Caryocar brasiliense*), torna as formulações desses produtos mais saudáveis e nutritivas. Assim, este estudo objetivou caracterizar a composição química de empanados de frango preparados com farinha da polpa de pequi na camada de empanamento, bem

<sup>1</sup> Discentes do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, ICA/UFMG, Montes Claros, MG, Brasil. E-mail: rmb.nolasco@gmail.com; rafaela-eali@hotmail.com; gabrielsth@ufmg.br; elaine\_ek96@hotmail.com

<sup>2</sup> Discentes do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Saúde, ICA/UFMG, Montes Claros, MG, Brasil. E-mail: cordeirothalita@yahoo.com.br; mariuzelpe@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Prof<sup>as</sup> Dr<sup>as</sup>, ICA/UFMG, Montes Claros, MG, Brasil. E-mail: crvieira@ica.ufmg.br; juliana-pinto-lima@ica.ufmg.br

\* Author for correspondence

como avaliar as propriedades tecnológicas e sensoriais dos empanados produzidos. A polpa de pequis da região de Montes Claros - MG foi desidratada para obtenção da farinha utilizada na camada de pré-enfarinhamento, com substituições de 0%, 25%, 50% e 100% da farinha de rosca. Os produtos cárneos foram avaliados quimicamente quanto aos teores de umidade, lipídios, proteínas, carboidratos e cinzas; tecnologicamente com medidas de volume específico, rendimento, diferença de cor, cromaticidade e tonalidade dos empanados; e sensorialmente pela avaliação da intenção de consumo e aceitação. Como resultados, a farinha de pequi acrescentou conteúdo lipídico e proteico, melhorou o rendimento, permitiu maiores volumes específicos e tonalidades de cor mais intensas aos empanados. Ademais estes apresentaram bons resultados sensoriais e sem diferenças significativas entre as formulações estudadas. Conclui-se que a utilização da farinha de pequi na produção de empanados, pode fornecer enriquecimento nutricional e tecnológico a estes produtos, sem alterar negativamente suas características sensoriais.

**Palavras-chave:** *Caryocar brasiliense*. Cerrado. Inovação. Nuggets. Riqueza nutricional.

## Introduction

Pequi (*Caryocar brasiliense*) is a fruit native to the Brazilian Cerrado, physically characterized as a green to greenish-brown leathery epicarp fruit, an inedible external mesocarp of white color, with internally from one to four pyrenes composed of an edible mesocarp (pulp) orange-yellow and a seed or almond coated with a spiny woody endocarp (M. R. M. R. Pinto et al., 2018; Sousa, Fernandes, Alves, Freitas, & Naves, 2011; Torres, Santana, Shinagawa, & Mancini, 2018). It is a fruit widely used in food and income generation by communities in its original biome, in addition to having ecological relevance regarding its environmental preservation (Bailão, Devilla, Conceição, & Borges, 2015; L. C. L. Pinto et al., 2016).

The pequi pulp has a rich composition, with an emphasis on the contents of minerals, fibers, ascorbic acid, carotenoids, phenolic compounds and fatty acids. In relation to minerals, the pulp can be considered, according to Brazilian legislation (Resolução n° 269, 2005; Resolução n° 54, 2012), with high contents of zinc, magnesium, and copper, as well as being a source of phosphorus and iron (Alves, Fernandes, Sousa, Naves, & Naves, 2014; Gonçalves, Boas, Resende, Machado, & Boas, 2011). It is also worth mentioning a high content of dietary fibers in the pequi pulp (Lima, Silva, Trindade, Torres, & Mancini, 2007; Cardoso, Reis, Hamacek, & Pinheiro-Sant'ana, 2013; Ribeiro,

Fernandes, Alves, & Naves, 2014), which are known to be beneficial for gastrointestinal health and in the control of obesity, diabetes and blood pressure (Anderson et al., 2009; Klosterbuer, Roughead, & Stavin, 2011).

Pequis ranging from 48.81 to 91.89 mg 100 g<sup>-1</sup> ascorbic acid have been reported in the scientific literature (Gonçalves et al., 2010, 2011; L. J. Rodrigues, Boas, Paula, Pinto, & Piccoli, 2011), values that may be higher than those reported in pineapples (52 mg 100 g<sup>-1</sup>), strawberries (32.60 mg 100 g<sup>-1</sup>) and fresh orange juice (48.6 mg 100 g<sup>-1</sup>) (Aschoff et al., 2015; Rodriguez, Gomes, Rodrigues, & Fernandes, 2017; Valente, Sanches-Silva, Albuquerque, & Costa, 2014). The pulp is rich in carotenoids, such as  $\beta$ -carotene and  $\beta$ -cryptoxanthin, precursors of vitamin A, which are represented by 514.38 RAE 100 g<sup>-1</sup> in the cooked pulp (Cardoso et al., 2013). The fruit also contains phenolic compounds, such as gallic, ferulic, ellagic and p-coumaric acids, which are associated with carotenoids and ascorbic acid, contribute to the high antioxidant activity of the fruit (Machado, Mello, & Hubinger, 2015; Ribeiro et al., 2014).

Furthermore, in relation to the composition of fatty acids, the pequi pulp has mostly the presence of oleic acid (L. G. Oliveira et al., 2017; Traesel et al., 2016), which is a monounsaturated fatty acid, with studies that associate the consumption of foods with high levels of oleic acid to benefits

such as the increase in HDL-cholesterol levels in humans (Gilmore et al., 2011), aid in the prevention of metabolic disorders (Moreira et al., 2016) and heart problems (Jones et al., 2014; Thandapilly et al., 2017).

The combination of these chemical components described in the pequi pulp suggests health benefits confirmed in *in vivo* studies, especially in some symptoms and causes of some chronic non-communicable diseases (CNCs). Aguiar, Queiroz, Oliveira and Oliveira (2011) fed mice from a diet supplemented with pequi pulp and these had a significant increase in high-density lipoprotein (HDL) levels. Miranda-Vilela, Pereira, Gonçalves and Grisolia (2009) investigated anti-inflammatory effects, reduced blood pressure and decreased low-density lipoproteins (LDL) related to the consumption of pequi pulp in athletes. L. G. Oliveira et al. (2017) observed an improvement in cardiac function and a reduction in hepatic triglycerides in rats fed with pequi oil.

It is noteworthy that the incorporation of pequi in different food products resulted in high sensory acceptance and consumption intention (E. N. A. Oliveira, Santos, Martins, & Bezerra, 2011; Soares et al., 2009; Souza, Alves, Brito, Lucena, & Rufino, 2014), which suggests potential for its application in the development of new products. However, the use of this fresh fruit is limited due to its high perishability and consequently reduced post-harvest life (Machado et al., 2013). In this sense, in order to increase the shelf life, facilitate storage and concentrate the fruit's nutrients, the drying and crushing process can be used to transform the pequi pulp into flour. E. F. Rodrigues, Pantoja, Soares, Nelson and Santos (2016) prepared seasoning with the pequi pulp flour, and the preferred formulation was the one that contained the greatest amount of pequi flour (80%). Mendonça et al. (2017) showed good ascorbic acid and carotenoid retention in the pequi pulp after vacuum drying and at low temperature.

The Pesquisa Nacional de Saúde (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2014) revealed that 37% of the interviewed Brazilians regularly consumed red meat and chicken containing an excess of low-quality fatty tissues, which is related to the development of NCDs (IBGE, 2014; Claro et al., 2015). From this perspective, there are studies that seek to elaborate, improve, and evaluate some foods with a focus on healthiness (Coutinho et al., 2014; L. A. Oliveira, Reis, Santana, Santos, & Carvalho, 2017; Silva et al., 2014). In addition to the previous example, fast food and ultra-processed foods, such as some industrialized meat products with excess sodium and saturated fats, are often chosen by the consumer, which can compromise the individual's health in the long term. (Dishchekenian et al., 2011; Eilat-Adar, Sinai, Yosefy, & Henkin, 2013; Rouhani, Salehi-Abargouei, Surkan, & Azadbakht, 2014).

In view of this scenario, the concern for healthy eating has grown in view of the association of health problems with the exacerbated consumption of industrialized foods, which are low in nutrients and without compounds or functional ingredients. In an attempt to reverse this scenario, some research is being developed to produce healthier quick meals products, without, however, greatly affecting their technological quality. In this theme, the following studies were carried out: breaded chicken with grape seed flour in batter (Cagdas & Kumcuoglu, 2015); breaded chicken produced with dehydrated carrot bagasse incorporated into the breading (Kumar, Tanwar, Pandey, Shukla, & Sharma, 2017), use of amaranth flour in the different breading layers and incorporated into the chicken meat emulsion (Tamsen, Shekarchizadeh, & Soltanizadeh, 2018); application of fructooligosaccharides, oat bran and inulin in beef hamburgers (Angiolillo, Conte, & Del Nobile, 2015); and breaded with partial substitution of goat meat with crushed almonds (Rajkumar, Das, & Verma, 2014).

Based on pequi features and the need to create healthy foods and with attributes that please the consumer, this research aimed to carry out the chemical characterization of breaded chicken prepared with pequi pulp flour in the breaded layer (predust) as well as to evaluate the technological and of the breads produced. It should also be noted that the idea of this proposal has not been found in the scientific literature until now, which reinforces its originality.

## Material and Methods

The research was carried out at the Instituto de Ciências Agrárias (ICA) of the Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), and the pequis used in the study came from the 2016/2017 harvest in the municipality of Montes Claros (MG), Brazil.

### *Development of pequi flour*

Completely ripe fruits with good external appearance were used, that is, uniform size, intact skin, without mechanical injuries, stains and/or cracks. Subsequently, the fruits were washed, brushed and sanitized in sodium hypochlorite solution at 100 mg L<sup>-1</sup> for 30 minutes and bleached in water at 90 °C for five minutes. Then, peeling, removing the pyrenes and removing the fruit pulp was performed manually. The removed pulp was immersed in sodium hypochlorite solution at 50 mg L<sup>-1</sup> for 30 minutes and then cut into standard slices.

To prepare the flour, the pulp was directed to a dryer with forced air circulation at 60 °C for six hours. Soon after, the dehydrated pulp was cooled to room temperature and subjected to grinding in a domestic multiprocessor (Philips Walita model

RI7625) until the desired granulometry was reached. The flour was then placed in a tightly closed glass container and stored at 7 °C.

### *Breaded chicken formulation*

Four breaded chicken formulations were prepared (Table 1), which differed by the composition of the breading ingredients from the pre-flouring stage (predust).

In the formulation of the breaded control (BC) predust, only breadcrumbs (BCF) were contained. In the other formulations, BCF was substituted with pequi pulp flour (PPF) in 25% (B25), 50% (B50), and 100% (B100).

For the production of breaded, chilled chicken breast fillets were ground in a grinder (Becker Equipamentos Ind. Ltda, model RBT-6) with 10 mm discs. Subsequently, the fragmented meat was mixed with the other ingredients of the formulation. Immediately after that, the homogeneous meat mass went to the stage of manual modeling acquiring the shape of the nuggets.

After molding, the products proceeded to breading, which was carried out in four stages: 1) immersion in batter liquid; 2) pre-flouring (predust) with BCF, PPF, or a combination thereof; 3) batter again and finally, 4) flouring (breading) with cornmeal. Breaded products were packed in polyethylene bags and stored at -2 °C. In order to carry out most evaluations, according to the analytical methods described below, the breaded products were cooked for four minutes in an electric fryer with the use of soybean oil at a temperature of 170 °C - 180 °C, which was controlled by a thermometer at model TI-550 laser from Instrutherm.

**Table 1**  
**Breaded chicken formulations**

<b>Meat portion formulation (%)</b>	<b>BC<sup>1</sup></b>	<b>B25<sup>1</sup></b>	<b>B50<sup>1</sup></b>	<b>B100<sup>1</sup></b>
Chicken breast fillets	83.00	83.00	83.00	83.00
Emulsifier - sodium tripolyphosphate INS451i <sup>2</sup>	0.30	0.30	0.30	0.30
Cornstarch	3.00	3.00	3.00	3.00
Cold water	5.00	5.00	5.00	5.00
Textured soy protein	3.50	3.50	3.50	3.50
Salt	2.00	2.00	2.00	2.00
Hydrogenated vegetable fat	1.20	1.20	1.20	1.20
Monosodium glutamate	0.40	0.40	0.40	0.40
Dehydrated garlic	0.14	0.14	0.14	0.14
Dehydrated onion, garlic and parsley	0.51	0.51	0.51	0.51
Ground white pepper	0.15	0.15	0.15	0.15
Chilli pepper	0.10	0.10	0.10	0.10
Lemon juice	0.70	0.70	0.70	0.70
TOTAL	100	100	100	100
<b>Batter formulation (%)</b>	<b>BC<sup>1</sup></b>	<b>B25<sup>1</sup></b>	<b>B50<sup>1</sup></b>	<b>B100<sup>1</sup></b>
Cornstarch	26.30	26.30	26.30	26.30
Powdered milk	6.60	6.60	6.60	6.60
Salt	1.30	1.30	1.30	1.30
Water	65.80	65.80	65.80	65.80
TOTAL	100	100	100	100
<b>Breading formulation (%)</b>	<b>BC<sup>1</sup></b>	<b>B25<sup>1</sup></b>	<b>B50<sup>1</sup></b>	<b>B100<sup>1</sup></b>
Breadcrumbs (predust)	50.00	37.50	25.00	-
Pequi Pulp Flour (predust)	-	12.50	25.00	50.00
Cornflour (breeding)	50.00	50.00	50.00	50.00
TOTAL	100	100	100	100

<sup>1</sup>BC = Breaded chicken control; B25 = Breaded with 25% of PPF in predust; B50 = Breaded with 50% of PPF in predust; B100 = Breaded with 100% of PPF in predust.

<sup>2</sup>Brand: Conatril SBR Foods Ltda.

### *Chemical composition*

The chemical parameters of the breaded chicken were obtained based on the methods recommended by the Association of Official Analytical Chemists [AOAC] (2016), in breaded after cooking, with the exception of the lipids that were measured before and after frying. The moisture analysis consisted of the weight loss of the samples in an oven at 105 °C until they reached constant weight. Protein content was determined using the micro-Kjeldahl method with a correction factor of 6.25. Lipid quantification

was performed using the oil and fat extraction technique in a Soxhlet device. The ash analysis was done by muffle incineration at 550 °C, and the total carbohydrates were calculated using a difference, which consists of subtracting the percentages of moisture, protein, lipids and ash from 100%.

### *Analysis of technological properties*

The technological properties were evaluated based on the changes in volume, mass and color of the breaded before and after frying.

The specific volume was obtained as the ratio between the apparent volume measured in a measuring cylinder (using millet) and the mass of the breaded, according to equation 01. The mass yield was calculated by measuring the percentage of how

$$\text{Specific volume (cm}^3 \text{ g}^{-1}) = \frac{\text{Apparent volume (cm}^3\text{)}}{\text{Mass (g)}} \quad \{\text{Eq. 01}\},$$

$$\text{Mass yield (\%)} = \left( \frac{\text{Mass after cooking process (g)}}{\text{Mass before cooking process (g)}} \right) * 100 \quad \{\text{Eq. 02}\}.$$

Konica Minolta portable colorimeter with CIELAB system defined by coordinates L\* (luminosity), a\* (coordinate red/green), and b\* (coordinate yellow/blue) was used to obtain the color difference of breaded before and after frying

$$\text{Color difference} = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad \{\text{Eq.3}\}, \text{ where}$$

$\Delta L$  = difference of the L coordinate before and after frying;

$\Delta a^*$  = difference of the a\* coordinate before and after frying;

$\Delta b^*$  = difference of the b\* coordinate before and after frying.

$$h^\circ = \text{cotg} \left( \frac{b^*}{a^*} \right) \quad \{4\}, \text{ where cotg} = \text{cotangent.}$$

$$C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad \{5\}$$

### Sensory analysis

Sensory tests were carried out with prior approval from the Human Research Ethics Committee of UFMG (CAEE: 90758318.2.0000.5149). Sixty untrained tasters participated in the research and were recruited by invitation to the entire academic community. The tasters filled out the Informed Consent Form (ICF) for Research with Human Beings, questionnaire to collect identification data, eating habits and knowledge about the product, in addition to the affective tests forms performed.

much mass there was in the breaded after frying in relation to the product before the cooking process, and it was obtained by equation 02 (Rajkumar et al., 2014).

(Equation 03); Hue angle ( $h^\circ$ ) for defining the hue of fried breaded (Equation 04) and the saturation or chromaticity of the color of the products after frying by calculating the Chroma (C) using equation 05.

Breaded meat were cooked following the procedure described previously. Four samples, one from each treatment, were encoded with three-digit numbers chosen at random and served on disposable plates. A glass containing drinking water was also served used between the sample tests to prevent residual flavors from interfering with the sensory analysis.

The affective tests performed were consumption intention and acceptance. The consumption intention was obtained by means of a hedonic scale of seven points in which the grades ranged from 01 corresponding to the expression “would never eat”, 04 to “would eat occasionally” to 07 referring to “would always eat” (Instituto Adolfo Lutz [IAL], 2008) The acceptance test evaluated how much the judges liked or disliked the product based on the characteristics of appearance, texture, flavor, and global acceptance, using a hedonic scale of nine points with a variation of 01 “I disliked it extremely”, 05 “nor I liked it, nor disliked it ”until 09“ I liked it extremely” (IAL, 2008).



### Experimental planning and statistical analysis

The experiment was carried out in a completely randomized design (CRD), containing 3 replicates, and the data are presented as mean  $\pm$  standard deviation. The results obtained from technological, physical-chemical, and sensory analyses were analyzed statistically using the Sisvar software. Data were subjected to analysis of variance (ANOVA), and when significant, the Tukey's test at 5% probability was used.

### Results and Discussion

#### Chemical composition

Table 2 shows the results of the centesimal composition of chicken breaded. It is observed that the moisture values of the breaded products varied from 47.22% to 49.81%. The product with 50% of pequi flour (PPF) was the one with the highest percentage and the formulation with 25% PPF was the breaded with the least moisture. These levels are similar to those found by Tanamati et al. (2011) in five commercial samples of pre-fried breaded chicken, ranging from 42.56% to 53.78% moisture, and to what reported by Mah, Price and Brannan (2008) in breaded chicken control coated with breadcrumbs, checking about 51.50% moisture.

**Table 2**  
**Centesimal composition (%) of fried breaded chicken and lipid content (%) of raw breaded**

Composition (%) <sup>1,2</sup>	BC <sup>3</sup>	B25 <sup>3</sup>	B50 <sup>3</sup>	B100 <sup>3</sup>
Moisture	48.93 $\pm$ 0.58 <sup>ab</sup>	47.22 $\pm$ 1.34 <sup>b</sup>	49.81 $\pm$ 0.56 <sup>a</sup>	47.88 $\pm$ 0.50 <sup>ab</sup>
Ash	6.51 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>	6.12 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	6.36 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>	6.15 $\pm$ 0.27 <sup>a</sup>
Lipids	12.38 $\pm$ 0.19 <sup>d</sup>	18.26 $\pm$ 0.24 <sup>c</sup>	20.7 $\pm$ 0.71 <sup>b</sup>	29.37 $\pm$ 1.11 <sup>a</sup>
Proteins	36.24 $\pm$ 2.36 <sup>b</sup>	30.59 $\pm$ 0.10 <sup>c</sup>	39.47 $\pm$ 2.20 <sup>ab</sup>	43.76 $\pm$ 2.69 <sup>a</sup>
Total carbohydrates	44.87	45.03	33.47	20.72
Lipídios (raw breaded)	1.92 $\pm$ 0.10 <sup>d</sup>	9.23 $\pm$ 0.05 <sup>c</sup>	11,76 $\pm$ 0,10 <sup>b</sup>	20.22 $\pm$ 0.29 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Different letters on the same line indicate a significant difference at 5% significance using the Tukey's test.

<sup>2</sup>Values expressed as mean  $\pm$  standard deviation, except total carbohydrates. With the exception of moisture, all data are presented on a dry basis.

<sup>3</sup>BC = Breaded chicken control; B25 = Breaded with 25% of PPF in predest; B50 = Breaded with 50% of PPF in predest; B100 = Breaded with 100% of PPF in predest.

Regarding the ash content, there was no significant difference between treatments, probably due to the similar levels of mineral residue in both the pequi pulp, 1.41%-3.09% (Ribeiro et al., 2014), and in the breadcrumbs, 1.77% (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação [NEPA], 2011).

The lipid content was higher in samples with higher amounts of PPF, which may have occurred because the pequi pulp has a high amount of fat, as confirmed by Ribeiro et al. (2014) and Faria-Machado et al. (2015), who reported values of

43.22%-68.82% and 78.50% respectively. It is noteworthy that pequi oil, according to L. G. Oliveira et al. (2017), has oleic acid as the major fatty acid (57.42%), which makes the product a good source of omega-9, known to be beneficial to health. Albuquerque et al. (2016) found that oleic acid improved the clinical symptoms of mice with sepsis (a problem that leads to inflammatory and metabolic disorders) by preventing liver and kidney damage, and reducing the formation of reactive oxygen species. Liu et al. (2016), in a study on people with

metabolic syndrome (MS) or at risk of having it on a diet rich in monounsaturated fatty acids (MUFA), it was found that those who consumed a variety of canola oil rich in oleic acid showed a reduction in body fat and blood pressure, markers of MS.

It is suggested that the high content of PPF oleic acid, during the cooking processes of breaded, has not been drastically altered, as studies with oils high in oleic acid applied in frying processes have shown low loss or modification of this component. The work by Akil et al. (2015) concluded that extra virgin olive oils, rich in oleic acid (72.20% to 77.20%), subjected to 180 °C heating for cooking French fries for five minutes had only a slight loss of oleic acid (0.71% to 3.50%) in relation to the oil before frying, even in the longest cooking time evaluated (75 minutes corresponding to three frying cycles plus the intervals for heating the oil). In the work of Aladedunye and Przybylski (2013), the composition of sunflower oils with high oleic acid content (79.20% to 85.20%) was evaluated, and subjected to heating at 185 °C, for seven hours a day with eight potato frying processes, five minutes each, and repeating this cycle for seven consecutive days, conditions much more extreme than this work, resulted in a reduction of 5.40% to 8.40% in the content of oleic acid in relation to the initial content. These results presented reinforce the idea of preserving the levels of oleic acid in breaded with PPF.

In addition, important fat-soluble pigments are dispersed in this oily fraction, such as carotenoids, which represent a total of 32.18 mg g<sup>-1</sup> in the pequi pulp according to L. G. Oliveira et al. (2017). According to M. L. Rodrigues, Souza, Lima, Moura and Geraldine (2013), pequi oil at a temperature of 180 °C has low loss of carotenoids in short frying times, such as the four minutes used for cooking breaded in this study, which is why it is suggested that a large amount of carotenoids were preserved in the breaded produced.

Regarding the content of lipids, comparing the content before and after cooking, note that after frying, there was an increase in the content of lipids in all formulations. It is suggested that the higher levels of lipids in fried breaded made with PPF are not associated with greater oil absorption caused by this flour, but rather with the high fat content existing in the PPF itself, since the differences in the levels of lipids between the raw and cooked breaded in treatments with and without pequi flour were very similar (8.94% to 10.46%). This is an interesting fact, because the pequi flour showed oil absorption characteristics similar to those of the control, made with more traditional flours.

Total carbohydrates ranged from 20.72% to 44.87%, which on a wet basis would be from 10.80% to 22.92%, in accordance with the maximum percentage of 30% of carbohydrates required by current legislation in Brazil (Instrução Normativa n° 6, 2001). It was observed that the decrease in the content of this nutrient in breaded was inversely proportional to the increase in the content of lipids; thus, with the increase in PPF, there was a decrease in the glycidic percentage.

The protein values of breaded products, 30.59%-43.76%, which on a wet basis correspond to the range of 16.15 to 22.81%, complied with the national legislation in force for breaded products in Brazil (Instrução Normativa n° 6, 2001), which determines a minimum content of 10% protein. It should be noted that the use of PPF in 50% and 100% substitution of breadcrumbs increased the protein content of breaded, considering that considerable protein values have already been reported in the pequi pulp, such as 14.69% in fruits from Tocantins (Alves et al., 2014), and 6.19% in fruits from the southern region of the Cerrado (Ribeiro et al., 2014), with data expressed on a dry basis. It is further added that these formulations of 50% and 100% PPF in a 100 g portion represent, respectively, the protein Reference Daily Intake (RDI) of 39.62% and 45.62% for adults and 58.27% and 67.09% for children aged 7 to 10 years (Resolução n° 269, 2005).

*Technological properties analysis*

The breaded while raw had the same specific volume, but after the cooking process, the highest specific volumes measured were from treatments with high percentages of PPF (Table 3). Similar results were observed for the variable “mass yield”, since the treatments with pequi flour showed higher values than the control. These results suggest that the PPF allowed greater retention of water vapor inside the breaded, as the predust and breading layers did not break (Lalam, Sandhu, Takhar, Thompson, & Alvarado, 2013) and thus breaded with pequi had

greater expansion. Such behavior can be attributed to the presence of fibers from this flour, which promote greater firmness in breading and prevent the breakage of the product and detachment of the mass during and after frying (Thebaudin, Lefebvre, Harrington, & Burgeois, 1997; Teruel, García-Segovia, Martínez-Monzó, Linares, & Garrido, 2014). The presence of dietary fibers in pequis pulps was reported by Ribeiro et al. (2014) with values in the range of 11.87%-26.36%, values well above those described in breadcrumbs with only 5.32% (NEPA, 2011).

**Table 3**  
**Results of the analysis of volume, yield and color of breaded chicken**

Technological tests	BC <sup>3</sup>	B25 <sup>3</sup>	B50 <sup>3</sup>	B100 <sup>3</sup>
Specific volume - raw (cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> )	1.02 ± 0.04 <sup>a</sup>	1.06 ± 0.09 <sup>a</sup>	1.06 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.06 ± 0.07 <sup>a</sup>
Specific volume - fried (cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> )	1.10 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.20 ± 0.08 <sup>ab</sup>	1.32 ± 0.10 <sup>a</sup>	1.33 ± 0.05 <sup>a</sup>
Mass yield (%)	90.31 ± 0.36 <sup>b</sup>	93.49 ± 1.63 <sup>a</sup>	95.23 ± 0.96 <sup>a</sup>	95.99 ± 0.80 <sup>a</sup>
Color difference	12.25 ± 0.08 <sup>b</sup>	13.47 ± 0.17 <sup>ab</sup>	14.3 ± 0.35 <sup>ab</sup>	14.99 ± 1.53 <sup>a</sup>
Chroma	37.58 ± 0.27 <sup>c</sup>	44.05 ± 0.26 <sup>b</sup>	45.44 ± 0.83 <sup>ab</sup>	48.37 ± 2.79 <sup>a</sup>
Hue angle	86.87 ± 0.04 <sup>a</sup>	84.98 ± 0.19 <sup>b</sup>	79.77 ± 0.08 <sup>c</sup>	78.54 ± 0.56 <sup>d</sup>

<sup>1</sup>Different letters on the same line indicate a significant difference at 5% significance using the Tukey's test.

<sup>2</sup>Values expressed as mean ± standard deviation.

<sup>3</sup>BC = Breaded chicken control; B25 = Breaded with 25% of PPF in predust; B50 = Breaded with 50% of PPF in predust; B100 = Breaded with 100% of PPF in predust.

The pequi flour influenced the colorimetric characteristics of the breaded. The difference in color existing in the breaded before and after cooking was smaller in the control breaded. In contrast, the breaded with 100% PPF used in predust showed a greater color difference. By calculating the Hue angle, it was possible to identify the tones of the breaded, all of which fit with a color tending to yellow (90 ° - yellow tint). However, as the content of pequi flour increased in predust, it is noticed that the Hue angles were smaller (0 ° - red tint), that is, indicating gradually more orange colors. Allied to this, the chroma values showed more intense colors as there was a greater aggregation of PPF to the breaded.

These results regarding coloring reveal that the presence of PPF chromogenic compounds determined a more intense color on the outside of the breaded, so as the addition of pequi increased, the samples had more color pigments between red and yellow, that is, possibly because of the richness of the carotenoids present in the fruit (Cardoso et al., 2013; Mendonça et al., 2017; M. L. Rodrigues et al., 2013; Saxena, Maity, Raju, & Bawa, 2012).

*Sensory analysis*

The results of the consumption intention test showed no significant difference between treatments, with averages indicating that tasters “would eat

occasionally” and “would eat frequently” breaded chicken (Table 4). Likewise, it is observed that all the items evaluated in the acceptance test (appearance, texture, flavor and overall evaluation), did not have a statistically significant difference between treatments and that they were accepted between “I

liked it slightly” and “I liked it regularly”. Thus, it is reinforced that breaded chicken with pequi flour has the potential for consumption and acceptance by the consumer as much as common breaded, besides adding greater nutritional values.

**Table 4**  
**Notes of sensory tests of consumption intention and acceptance of breaded chicken**

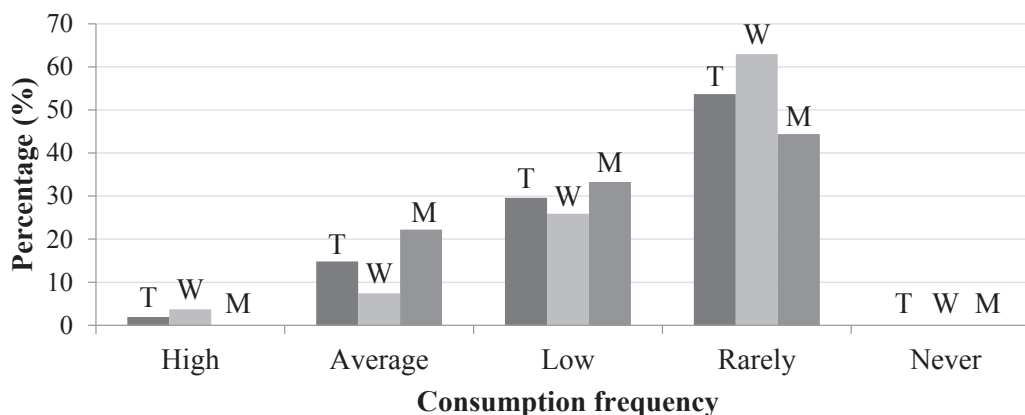
Test <sup>1</sup>	Aspect	BC <sup>2</sup>	B25 <sup>2</sup>	B50 <sup>2</sup>	B100 <sup>2</sup>
Consumption intention	-	5.13 <sup>a</sup>	4.72 <sup>a</sup>	5.02 <sup>a</sup>	5.02 <sup>a</sup>
Acceptance	Appearance	6.80 <sup>a</sup>	7.02 <sup>a</sup>	7.25 <sup>a</sup>	7.47 <sup>a</sup>
	Texture	7.12 <sup>a</sup>	7.06 <sup>a</sup>	7.45 <sup>a</sup>	7.59 <sup>a</sup>
	Flavor	7.55 <sup>a</sup>	6.88 <sup>a</sup>	6.92 <sup>a</sup>	7.02 <sup>a</sup>
	Overall evaluation	7.49 <sup>a</sup>	7.04 <sup>a</sup>	7.24 <sup>a</sup>	7.27 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Different letters on the same line indicate a significant difference at 5% significance using the Tukey's test.

<sup>2</sup>BC = Breaded chicken control; B25 = Breaded with 25% of PPF in predest; B50 = Breaded with 50% of PPF in predest; B100 = Breaded with 100% of PPF in predest.

The graph in figure 1 shows the results of the responses on the frequency of consumption of common breaded chicken (nuggets) by the tasters. The most recurring answer was “I rarely eat breaded” chosen by 57.30% of the total research population, 63.00% of women, and 44.40% of men. However, even with this frequency of consumption “rarely”, which corresponded in the questionnaire to spending months without consuming breaded, the average scores of the intention to consume (Table

4) showed great interest of the tasters in consuming more frequently the products made by our research (values represented by 4 - “I would eat occasionally” and 5 - “I would eat frequently”). In addition, considering the total number of grades distributed, the percentages of the sum of grades between 4 and 7 (“I would eat occasionally” to “I would always eat”) for each formulation varied from 79.63% to 83.33%.



**Figure 1.** Graph of the percentage of consumption frequency of common breaded chicken (nuggets).  
 T = Refers to the percentage of consumption considering the total population of tasters;  
 W = Refers to the percentage of consumption considering only women among the tasters;  
 M = Refers to the percentage of consumption considering only men among the tasters.

In other sensory studies, the application of pequi byproducts in the creation of new products provided an increase in the acceptance and consumption intention scores. As an example, the margarine test made with pequi oil, in which there was an 80.6% acceptance rate and 54% of tasters who “would certainly buy the product” (E. N. A. Oliveira et al., 2011). Cookies formulated with substitution of up to 25% of wheat flour with the pequi external mesocarp flour, obtained the same acceptance of the standard product (Soares et al., 2009). The global acceptance of pequi sauce showed a frequency of 76% between the terms “I liked it tremendously” and “I liked it a lot”, in addition to 50% of the tasters reporting that they “would certainly buy” the product (Souza et al., 2014). Such studies only reinforce that the incorporation of pequi in the elaboration of products can be a viable alternative and have the potential to be explored by the food industry.

## Conclusion

The use of pequi pulp flour in predest layer of breaded chicken adds nutritional value to these products, mainly increasing the lipid and protein contents.

In technological evaluations, pequi flour caused higher specific volumes, yields, and more orange tones in the breaded products.

The incorporation of pequi flour in any proportion studied did not negatively alter the sensory characteristics of breaded chicken.

It is concluded that the use of pequi flour in predest of breaded products can provide nutritional and technological enrichment to these products without negatively altering their sensory characteristics.

## Acknowledgements

The authors thank the Grupo de Estudos em Produtos de Panificação e Massas (GEPPAM), the Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), the Pró-Reitoria de Pesquisa (PRPq) da UFMG, the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), and the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

## References

- Aguilar, E. C., Queiroz, M. G. M. N., Oliveira, D. A., & Oliveira, N. J. F. (2011) Serum lipid profile and hepatic evaluation in mice fed diet containing pequi nut or pulp (*Caryocar brasiliense Camb.*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(4), 879-883. doi: 10.1590/S0101-20612011000400008

- Akil, E., Castelo Branco, V. N., Costa, A. M. M., Vendramini, A. L. A., Calado, V., & Torres, A. G. (2015). Oxidative stability and changes in chemical composition of extra virgin olive oils after shortterm deep frying of French fries. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92(3), 409-421. doi: 10.1007/s11746-015-2599-2
- Aladedunye, F., & Przybylski, R. (2013). Frying stability of high oleic sunflower oils as affected by composition of tocopherol isomers and linoleic acid content. *Food Chemistry*, 141(3), 2373-2378. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.05.061
- Albuquerque, C. F. G., Moraes, I. M. M., Oliveira, F. M. J., Burth, P., Bozza, P. T., Faria, M. V. C.,... Faria Neto, H. C. C. (2016). Omega-9 oleic acid induces fatty acid oxidation and decreases organ dysfunction and mortality in experimental sepsis. *PLoS One*, 11(4), 1-18. doi: 10.1371/journal.pone.0153607
- Alves, A. M., Fernandes, D. C., Sousa, A. G. O., Naves, R. V., & Naves, M. M. V. (2014). Características físicas e nutricionais de pequis oriundos dos estados de Tocantins, Goiás e Minas Gerais. *Brazilian Journal of Food Technology*, 17(3), 198-203. doi: 10.1590/1981-6723.6013
- Anderson, J. W., Baird, P., Davis, R. H., Jr., Ferreri, S., Knudtson, M., Koraym, A.,... Williams, C. L. (2009). Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews*, 67(4), 188-205. doi: 10.1111/j.1753-4887.2009.00189.x
- Angiolillo, L., Conte, A., & Del Nobile, M. A. (2015). Technological strategies to produce functional meat burgers. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 697-703. doi: 10.1016/j.lwt.2014.08.021
- Aschoff, J. K., Kaufmann, S., Kalkan, O., Neidhart, S., Carle, R., & Schweiggert, R. M. (2015). In vitro bioaccessibility of carotenoids, flavonoids, and vitamin C from differently processed oranges and orange juices [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(2), 578-587. doi: 10.1021/jf505297t
- Association of Official Analytical Chemists (2016). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (20nd ed.), Rockville, MD: AOAC International.
- Bailão, E. F. L. C., Devilla, I. A., Conceição, E. C., & Borges, L. L. (2015). Bioactive compounds found in Brazilian Cerrado fruits. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(10), 23760-23783. doi: 10.3390/ijms161023760
- Cagdas, E., & Kumcuoglu, S. (2015). Effects of the addition of grape seed powder on the thermorheological properties of frying batters. *International Journal of Food Engineering*, 11(2), 185-197. doi: 10.1515/ijfe-2014-0202
- Cardoso, S. L. M., Reis, B. L., Hamacek, F. R., & Pinheiro-Sant'ana, H. M. (2013). Chemical characteristics and bioactive compounds of cooked pequi fruits (*Caryocar brasiliense* Camb.) from the Brazilian Savannah. *Fruits*, 68(1), 3-14. doi: 10.1051/fruits/2012047
- Claro, R. M., Santos, M. A. S., Oliveira, T. P., Pereira, C. A., Szwarcwal, C. L., & Malta, D. C. (2015). Unhealthy food consumption related to chronic non-communicable diseases in Brazil: national health survey, 2013. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 24(2), 257-265. doi: 10.5123/S1679-49742015000200008
- Coutinho, M. A. S., Morais, M. G., Coelho, R. G., Alves, F. V., Fernandes, H. J., Ítavo, C. C. B. F.,... Ribeiro, C. B. (2014). Lipid profile and cholesterol in meat cuts of ewe lambs fed different levels of concentrate. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(6), 3355-3366. doi: 10.5433/1679-0359.2014v35n6p3355
- Dishchekenian, V. R. M., Escrivão, M. A. M. S., Palma, D., Ancona-Lopez, F., Araújo, E. A. C., & Taddei, J. A. A. C. (2011). Padrões alimentares de adolescentes obesos e diferentes repercussões metabólicas. *Revista de Nutrição*, 24(1), 17-29. doi: 10.1590/S1415-52732011000100002
- Eilat-Adar, S., Sinai, T., Yosefy, C., & Henkin, Y. (2013). Nutritional recommendations for cardiovascular disease prevention. *Nutrients*, 5(9), 3646-3683. doi: 10.3390/nu5093646
- Faria-Machado, A. F., Tres, A., Van Ruth, S. M., Antoniassi, R., Junqueira, N. T., Lopes, P. S., & Bizzo, H. R. (2015). Discrimination of pulp oil and kernel oil from pequi (*Caryocar brasiliense*) by fatty acid methyl esters fingerprinting, using GC-FID and multivariate analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(45), 10064-10069. doi: 10.1021/acs.jafc.5b03699
- Gilmore, L. A., Walzem, R. L., Crouse, S. F., Smith, D. R., Adams, T. H., Vaidyanathan, V.,... Smith, S. B. (2011). Consumption of high-oleic acid ground beef increases HDL-Cholesterol concentrations but both high- and low-oleic acid ground beef decrease HDL particle diameter in normocholesterolemic men. *The Journal of Nutrition*, 141(6), 1188-1194. doi: 10.3945/jn.110.136085

- Gonçalves, G. A. S., Boas, E. V. B. V., Resende, J. V., Machado, A. L. L., & Boas, B. M. V. (2011). Qualidade dos frutos do pequizeiro submetidos a diferentes tempos de cozimento. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(2), 377-385. doi: 10.1590/S1413-70542011000200020
- Gonçalves, G. A. S., Boas, E. V. B. V., Resende, J. V., Machado, A. L. L., & Boas, B. M. V. (2010). Qualidade do pequi submetido ao cozimento após congelamento por diferentes métodos e tempos de armazenamento. *Revista Ceres*, 57(5), 581-588. doi: 10.1590/S0034-737X2010000500003
- Instituto Adolfo Lutz (2008). *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. São Paulo, SP: Instituto Adolfo Lutz.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2014). *Pesquisa Nacional de Saúde: percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas: 2013*. Rio de Janeiro, RJ: IBGE.
- Instrução Normativa nº 6, de 15 de fevereiro de 2001. Anexo III - Regulamento técnico de identidade e qualidade de empanados. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder executivo, Brasília, DF, 19 fev. 2001. Seção 1, p. 62.
- Jones, P. J. H., Senanayake, V. K., Pu, S., Jenkins, D. J. A., Connelly, P. W., Lamarche, B.,... Kris-Etherton. (2014). DNA-enriched high-oleic acid canola oil improves lipid profile and lowers predicted cardiovascular disease risk in the canola oil multicenter randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 100(1), 88-97. doi: 10.3945/ajcn.113.081133
- Klosterbuer, A., Roughead, Z. F., & Stavin, J. (2011). Benefits of dietary fiber in clinical nutrition. *Nutrition in Clinical Practice*, 26(5), 625-635. doi: 10.1177/0884533611416126
- Kumar, Y., Tanwar, V. K., Pandey, A., Shukla, P., & Sharma, V. (2017). Development and quality assessment of chicken cutlets enrobed with bread crumbs vis-à-vis dried carrot pomace. *Nutrition & Food Science*, 47(5), 700-709. doi: 10.1108/NFS-06-2016-0082
- Lalam, S., Sandhu, J. S., Takhar, P. S., Thompson, L. D., & Alvarado, C. (2013). Experimental study on transport mechanisms during deep fat frying of chicken nuggets. *LWT-Food Science and Technology*, 50(1), 110 -119. doi: 10.1016/j.lwt.2012.06.014
- Lima, A., Silva, A. M. O., Trindade, R. A., Torres, R. P., & Mancini, J., Fº. (2007). Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29(3), 695-698. doi: 10.1590/S0100-29452007000300052
- Liu, X., Kris-Etherton, P. M., West, S. G., Lamarche, B., Jenkins, D. J. A., Fleming, J. A.,... Jones, P. J. H. (2016). Effects of canola and high oleic acid canola oils on abdominal fat mass in individuals with central obesity. *Obesity (Silver Spring)*, 24(11), 2261-2268. doi: 10.1002/oby.21584
- Machado, M. T. C., Mello, B. C. B. S., & Hubinger, M. D. (2013). Study of alcoholic and aqueous extraction of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) natural antioxidants and extracts concentration by nanofiltration. *Journal of Food Engineering*, 117(4), 450-457. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2012.12.007
- Machado, M. T. C., Mello, B. C. B. S., & Hubinger, M. D. (2015). Evaluation of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) aqueous extract quality processed by membranes. *Food and Bioprocess Technology*, 95, 304-312. doi: 10.1016/j.fbp.2014.10.013
- Mah, E., Price, J., & Brannan, R. G. (2008). Reduction of oil absorption deep-fried, battered, and breaded chicken patties using Whey Protein Isolate as a postbreading dip: Effect on lipid and moisture content. *Journal of Food Science*, 73(8), S412-S417. doi: 10.1111/j.1750-3841.2008.00902.x
- Mendonça, K. S., Corrêa, J. L. G., Junqueira, J. R. J., Cirillo, M. A., Figueira, F. V., & Carvalho, E. E. N. (2017). Influences of convective and vacuum drying on the quality attributes of osmo-dried pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) slices. *Food Chemistry*, 224, 212-218. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.12.051
- Miranda-Vilela, A. L., Pereira, L. C. S., Gonçalves, C. A., & Grisolia, C. K. (2009). Pequi fruit (*Caryocar brasiliense* Camb.) pulp oil reduces exercise-induced inflammatory markers and blood pressure of male and female runners. *Nutrition Research*, 29(12), 850-858. doi: 10.1016/j.nutres.2009.10.022
- Moreira, A. P. B., Teixeira, T. F. S., Alves, R. D. M., Peluzio, M. C. G., Costa, N. M. B., Bressan, J.,... Alfenas, R. C. G. (2016). Effect of a high-fat meal containing conventional or high-oleic peanuts on post-prandial lipopolysaccharide concentrations in overweight/obese men. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 29(1), 95-104. doi: 10.1111/jhn.12284
- Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (2011). *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) (4a ed)*. Campinas, SP: NEPA - UNICAMP.

- Oliveira, E. N. A., Santos, D. C., Martins, J. N., & Bezerra, L. C. N. M. (2011). Obtenção e caracterização de margarina convencional e light à base de óleo de pequi. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 29(2), 293-304. doi: 10.5380/cep.v29i2.25508
- Oliveira, L. A., Reis, R. C., Santana, H. M., Santos, V. S., & Carvalho, J. L. V. (2017). Development and sensorial acceptance of biofortified dehydrated cassava chips. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(6), 3579-3590. doi: 10.5433/1679-0359.2017v38n6p3579
- Oliveira, L. G., Moreno, L. G., Melo, D. S., Costa-Pereira, L. V., Carvalho, M. M. F., Silva, P. H. E.,... Esteves, E. A. (2017) *Caryocar brasiliense* oil improves cardiac function by increasing Serca2a/PLB ratio despite no significant changes in cardiovascular risk factors in rats. *Lipids in Health and Disease*, 16(37), 1-8. doi: 10.1186/s12944-017-0422-9
- Pinto, L. C. L., Morais, L. M. O., Guimarães, A. Q., Almada, E. D., Barbosa, P. M., & Drumond, M. A. (2016). Traditional knowledge and uses of the *Caryocar brasiliense* Cambess. (Pequi) by “quilombolas” of Minas Gerais, Brazil: subsidies for sustainable management. *Brazilian Journal of Biology*, 76(2), 511-519. doi: 10.1590/1519-6984.22914
- Pinto, M. R. M. R., Paula, D. A., Alves, A. I., Rodrigues, M. Z., Vieira, E. N. R., Fontes, E. A. F., & Ramos, A. M. (2018). Encapsulation of carotenoid extracts from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb) by emulsification (O/W) and foam-mat drying. *Powder Technology*, 339, 939-946. doi: 10.1016/j.powtec.2018.08.076
- Rajkumar, V., Das, A. K., & Verma, A. K. (2014). Effect of almond on technological, nutritional, textural and sensory characteristics of goat meat nuggets. *Journal of Food Science and Technology*, 51(11), 3277-3284. doi: 10.1007/s13197-012-0819-4
- Resolução nº 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento técnico sobre informação nutricional complementar. Recuperado de [http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054\\_12\\_11\\_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864](http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864)
- Resolução nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Recuperado de <http://portal.anvisa.gov.br/legislacao#/visualizar/27628>
- Ribeiro, D. M., Fernandes, D. C., Alves, A. M., & Naves, M. M. V. (2014). Carotenoids are related to the colour and lipid content of the pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) pulp from the Brazilian Savanna. *Food Science and Technology*, 34(3), 507-512. doi: 10.1590/1678-457x.6369
- Rodrigues, E. F., Pantoja, L. A., Soares, M. B., Nelson, D. L., & Santos, A. S. (2016). Development of bouillon cubes from souari nut pulp: formulation and physicochemical and sensorial evaluations. *Brazilian Journal of Food Technology*, 19(e2015054), 1-8. doi: 10.1590/1981-6723.5415
- Rodrigues, L. J., Boas, E. V. B. V., Paula, N. R. F., Pinto, D. M., & Piccoli, R. H. (2011). Efeito do tipo de corte e de sanificantes no escurecimento de pequi minimamente processado. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(3), 560-567. doi: 10.1590/S1413-70542011000300018
- Rodrigues, M. L., Souza, A. R. M., Lima, J. C. R., Moura, C. J., & Geraldine, R. M. (2013). Cinética da degradação de carotenoides e da alteração de cor do azeite de pequi submetido ao aquecimento em temperatura de fritura. *Ciência Rural*, 43(8), 1509-1515. doi: 10.1590/S0103-84782013000800027
- Rodríguez, O., Gomes, W., Rodrigues, S., & Fernandes, F. A. N. (2017). Effect of acoustically assisted treatments on vitamins, antioxidant activity, organic acids and drying kinetics of pineapple. *Ultrasonics Sonochemistry*, 35(Part A), 92-102. doi: 10.1016/j.ultsonch.2016.09.006
- Rouhani, M. H., Salehi-Abargouei, A., Surkan, P. J., & Azadbakht, L. (2014). Is there a relationship between red or processed meat intake and obesity? A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Obesity Reviews*, 15(9), 740-748. doi: 10.1111/obr.12172
- Saxena, A., Maity, T., Raju, P. S., & Bawa, A. S. (2012). Degradation kinetics of colour and total carotenoids in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) bulb slices during hot air drying. *Food and Bioprocess Technology*, 5(2), 672-679. doi: 10.1007/s11947-010-0409-2
- Silva, V. P., Ferreira, D. N., Souza, N. G. G., Alexandre, A. M., Gomes, I. F. A., & Moreira, R. T. (2014). Desenvolvimento de sorvetes à base de caldo de cana e avaliação sensorial com crianças. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(2), 813-824. doi: 10.5433/1679-0359.2014v35n2p813



- Soares, M. S., Jr., Reis, R. C., Bassinello, P. Z., Lacerda, D. B. C., Koakuzu, S. N., & Caliari, M. (2009). Qualidade de biscoitos formulados com diferentes teores de farinha de casca de pequi. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 39(2), 98-104. doi: 10.5216/pat.v39i2.5188
- Sousa, A. G. O., Fernandes, D. C., Alves, A. M., Freitas, J. B., & Naves, M. M. V. (2011). Nutritional quality and protein value of exotic almonds and nut from the Brazilian Savanna compared to peanut. *Food Research International*, 44(7), 2319-2325. doi: 10.1016/j.foodres.2011.02.013
- Souza, J. P., Alves, R. E., Brito, E. S., Lucena, M. N. G., & Rufino, M. S. M. (2014). Estabilidade de molho de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm) armazenado à temperatura ambiente. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(2), 425-432. doi: 10.1590/0100-2945-127/13
- Tamsen, M., Shekarchizadeh, H., & Soltanizadeh, N. (2018). Evaluation of wheat flour substitution with amaranth flour on chicken nugget properties. *LWT - Food Science and Technology*, 91, 580-587. doi: 10.1016/j.lwt.2018.02.001
- Tanamati, A. A. C., Aguiar, A. C., Boroski, M., Montanher, P. F., Souza, N. E., Godoy, H. T.,... Visentainer, J. V. (2011). Proximate composition and quantification of fatty acids in breaded chicken steak. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(1), 178-183. doi: 10.1590/S0101-20612011000100026
- Teruel, M. R., García-Segovia, P., Martínez-Monzó, J., Linares, M. B., & Garrido, M. D. (2014). Use of vacuum-frying in chicken nuggets processing. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 26, 482-489. doi: 10.1016/j.ifset.2014.06.005
- Thandapilly, S. J., Raj, P., Louis, X. L., Perera, D., Yamanagedara, P., Zahradka, P.,... Netticadan, T. (2017). Canola oil rich in oleic acid improves diastolic heart function in diet-induced obese rats. *The Journal of Physiological Sciences*, 67(3), 425-430. doi: 10.1007/s12576-016-0504-x
- Thebaudin, J. Y., Lefebvre, A. C., Harrington, M. H., & Burgeois, C. M. (1997). Dietary fibres: nutritional and technological interest. *Trends in Food Science & Technology*, 8(2), 41-48. doi: 10.1016/S0924-2244(97)01007-8
- Torres, L. R. O., Santana, F. C., Shinagawa, F. B., & Mancini, J., F.º (2018). Bioactive compounds and functional potential of pequi (*Caryocar* spp.), a native Brazilian fruit: a review. *Grasas y Aceites*, 69(2), e257. doi: 10.3989/gya.1222172
- Traesel, G. K., Menegati, S. E., Santos, A. C., Souza, R. I. C., Villas Boas, G. R., Justi, P. N.,... Oesterreich, S. A. (2016). Oral acute and subchronic toxicity studies of the oil extracted from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) pulp in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 97, 224-231. doi: 10.1016/j.fct.2016.09.018
- Valente, A., Sanches-Silva, A., Albuquerque, T. G., & Costa, H. S. (2014). Development of an orange juice in-house reference material and its application to guarantee the quality of vitamin C determination in fruits, juices and fruit pulps. *Food Chemistry*, 154, 71-77. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.12.053

