

**Armazenamento de pão doce enriquecido com frutos do cerrado**

**Storage of cerrado fruit-enriched sweet bread**

**Almacenamiento de pan dulce enriquecido con frutos del cerrado**

Recebido: 08/09/2020 | Revisado: 12/09/2020 | Aceito: 02/12/2020 | Publicado: 05/12/2020

**Rafaela da Silva Melo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7723-0283>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: rafamelo\_95@live.com

**Rafael Carvalho do Lago**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8558-5217>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: rcarvalholago@gmail.com

**Ana Beatriz Silva Araújo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7031-9613>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: ab.silvaaraujo@gmail.com

**Mariana Crivelari da Cunha**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5441-2751>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: mariana.crivelari@gmail.com

**Ana Lázara Matos Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3767-3885>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: analazara.eng@gmail.com

**Hanna Elisia Araújo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3398-4726>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: hannaelisia@gmail.com

**Joelma Pereira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6110-3914>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: joper@ufla.br

**Elisângela Elena Nunes Carvalho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1124-8066>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: [elisangelacarvalho@ufla.br](mailto:elisangelacarvalho@ufla.br)

**Eduardo Valério de Barros Vilas Boas**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0252-695X>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: [evbvboas@ufla.br](mailto:evbvboas@ufla.br)

## **Resumo**

O Cerrado Brasileiro destaca-se pela biodiversidade de espécies frutíferas com grande potencial de uso alimentar. Dentre essas espécies, destaca-se o marolo (*Annona crassiflora* Mart.) e o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), frutos que podem ser utilizados na alimentação, enriquecendo, por exemplo, produtos de panificação. Nesse contexto, o presente estudo visou estudar o efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de polpa de marolo (16 %) e farinha da casca (mesocarpo externo + exocarpo) de pequi (2 %) e da água pela polpa de marolo (30 %) sobre a qualidade de pães doces, ao longo de 5 dias de armazenamento. Dois tipos de pães foram elaborados, controle e enriquecido, embalados em sacos plásticos e armazenados, por cinco dias, em local seco e arejado. Para comparar as duas formulações foram realizadas as seguintes análises diárias: coloração, atividade de água, perfil de textura, perfil de fenólicos, atividade antioxidante, vitamina C, carotenoides e sensorial, sendo realizada análise centesimal apenas no tempo zero. O pão enriquecido com frutos do cerrado apresentou os maiores níveis de fibra alimentar, carotenoides, compostos fenólicos e antioxidantes e foi bem aceito sensorialmente. Houve efeito do tempo de armazenamento nas análises diárias. Pode-se concluir, que a substituição de farinha de trigo por farinhas de polpa de marolo e casca de pequi e de água por polpa de marolo foram efetivas no enriquecimento nutricional de pães doces, agregando-lhes apelo funcional e sensorial. O pão obtido pela nova formulação pode ser considerado uma alternativa saudável para alimentação escolar e sustentável.

**Palavras-chave:** Apelo funcional e sensorial; *Annona crassiflora* Mart.; *Caryocar brasiliense* Camb.; Substituição de ingredientes; Valor nutricional.

## Abstract

The Brazilian Cerrado stands out for the biodiversity of fruit species with great potential for food use. Among these species, the marolo (*Annona crassiflora* Mart.) and pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) stand out, fruits that can be used in food, enriching, for example, bakery products. In this context, the present study aimed to study the effect of partial replacement of wheat flour by marolo pulp flour (16 %) and peel flour (external mesocarp + exocarp) of pequi (2 %) and water by marolo pulp (30 %) on the quality of sweet breads, over 5 days of storage. Two types of bread were prepared, controlled and enriched, packed in plastic bags and stored for five days in a dry and ventilated place. To compare the two formulations the following daily analyses were made: coloration, water activity, texture profile, phenolic profile, antioxidant activity, vitamin C, carotenoids and sensorial, being made centesimal analysis only at zero time. The bread enriched with fruits of the cerrado presented the highest levels of dietary fiber, carotenoids, phenolic compounds and antioxidants and was well accepted sensorially. There was an effect of storage time on daily analyses. It can be concluded, that the substitution of wheat flour for marolo pulp flour and pequi peel and of water for marolo pulp were effective in the nutritional enrichment of sweet breads, adding functional and sensorial appeal to them. The bread obtained by the new formulation can be considered a healthy alternative for school and sustainable feeding.

**Keywords:** Functional and sensory appeal; *Annona crassiflora* Mart.; *Caryocar brasiliense* Camb.; Substitution of ingredients; Nutritional value.

## Resumen

El Cerrado brasileño se destaca por la biodiversidad de especies frutales con gran potencial de uso alimentario. Entre estas especies se destacan el marolo (*Annona crassiflora* Mart.) y el pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), frutos que pueden ser utilizados en la alimentación, enriqueciendo, por ejemplo, los productos de panadería. En este contexto, el presente estudio tenía por objeto estudiar el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pulpa de marolo (16%) y de la harina de petit (mesocarpio externo + exocarpio) (2%) y de agua por pulpa de marolo (30%) en la calidad de los panes dulces, durante 5 días de almacenamiento. Se prepararon, controlaron y enriquecieron dos tipos de pan, se envasaron en bolsas de plástico y se almacenaron durante cinco días en un lugar seco y ventilado. Para comparar las dos formulaciones se realizaron los siguientes análisis diarios: tinción, actividad acuosa, perfil de textura, perfil fenólico, actividad antioxidante, vitamina C, carotenoides y sensorial, realizándose el análisis centesimal sólo en tiempo cero. El pan enriquecido con

frutas del cerrado presentaba los más altos niveles de fibra dietética, carotenoides, compuestos fenólicos y antioxidantes y era bien aceptado sensorialmente. Hubo un efecto del tiempo de almacenamiento en los análisis diarios. Se puede concluir que la sustitución de la harina de trigo por harina de pulpa de marolo y cáscara de pequi y del agua por pulpa de marolo fue eficaz para el enriquecimiento nutricional de los panes dulces, añadiéndoles un atractivo funcional y sensorial. El pan obtenido con la nueva formulación puede considerarse una alternativa saludable para la escuela y la alimentación sostenible.

**Palabras clave:** Atractivo funcional y sensorial; *Annona crassiflora* Mart.; *Caryocar brasiliense* Camb.; Substitución de ingredientes; Valor nutritivo.

## 1. Introdução

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, estando presente em mais de doze estados e ocupando aproximadamente 25% do território nacional. Sua flora nativa apresenta árvores retorcidas e é composta por mais de 4000 espécies de plantas que ainda são inexploradas (Prado et al., 2020). Esse bioma contém um patrimônio imensurável de recursos naturais renováveis, com ênfase em frutas que apresentam muitas características sensoriais. Os frutos são considerados de potencial uso no desenvolvimento de produtos inovadores e saudáveis para a indústria de alimentos (Santo et. al., 2020). Dentre os frutos que se destacam por seu potencial comercial, sensorial, nutricional e funcional, estão o marolo (*Annona crassiflora* Mart.) e o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) (Arruda, Pereira, Morais, Eberlin & Pastore, 2018; Vilas Boas et al., 2013). O maroleiro (*Annona crassiflora* Mart.) é uma espécie nativa do cerrado brasileiro, membro da família Annonaceae e está entre as frutas mais consumidas da região (Prado et al., 2020). A polpa pode ser consumida pura ou usada na fabricação de sorvetes e geleias. Os frutos apresentam alto valor nutricional e são ricos em compostos fenólicos (Arruda et al., 2018).

Alguns estudos apontaram o sucesso da utilização do marolo em geleias (Damiani et al., 2017), doce de leite (Arruda, Botrel, Fernandes & Almeida, 2016) e barras alimentícias (Silva et al., 2018). De acordo com estudos conduzidos por Damiani et al. (2011), o marolo apresenta 1,99% de proteína, 2,36% de lipídio e 24,55% de carboidratos totais. O mineral predominante é o magnésio (350 mg.kg<sup>-1</sup>) e o ácido málico é o ácido orgânico predominante (76.68 µg.g<sup>-1</sup>).

O pequizeiro pertence à família Caryocaraceae e produz o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), fruto nativo do Cerrado brasileiro e que tem sido de interesse para pesquisadores por

seu valor socioeconômico e aceitabilidade, sendo amplamente utilizado em cozinhas e pela indústria de cosméticos (Comunian, Silva, & Moraes, 2020). Além disso, sua cor amarelo-alaranjada é atribuída à presença de alto teor de carotenoides na fruta (Pinto et al., 2018).

O pequi é composto pelo epicarpo verde e mesocarpo externo, de coloração esbranquiçada, que cobrem de um a quatro pirênios, conhecidos como caroços. O mesocarpo interno, a porção mais comumente utilizada como alimento, é amarelada e rica em óleos, beta-caroteno, vitamina C e fibras, e se confunde, especialmente, com o endocarpo espinhoso. No interior de cada pirênio, encontra-se uma semente, que pode ser consumida como as castanhas e amêndoas (Reis & Schmiele, 2019; Rodrigues et al., 2012; Vilas Boas, 2004) A casca possui alto teor de fibras alimentares, mas não é consumida, sendo descartada, o que contribui para a poluição ambiental. Dessa maneira, o aproveitamento das cascas surge como uma possibilidade de agregar valor ao produto e de diminuir a quantidade resíduo descartada no ambiente (Morais, Oliveira, Barbosa & Terra Cruz, 2016).

O pão é o alimento básico mais consumido no mundo, principalmente em países em desenvolvimento e é composto principalmente de farinha, água, fermento e sal (Mancebo, Martínez, Merino, Hera & Gómez, 2017). O pão branco é o tipo mais facilmente encontrado e consumido, entretanto, há um crescente interesse acerca da fortificação de pães com diferentes fibras dietéticas e compostos funcionais, a fim de torná-lo veículo de substâncias com atividade funcional. Nos últimos anos, a substituição da farinha de trigo por farelo, prebióticos, vitaminas, minerais e outros ingredientes funcionais tem sido proposta (Khoozani, Kebede, & Bekhit, 2020).

Não obstante, a incorporação de outros ingredientes aos produtos de panificação, seja como adição ou substituição de parte de ingredientes originais, deve ser estudada com cuidado, a fim de que não se comprometa a qualidade do produto final, tampouco o descaracterize (Ribeiro & Miguel, 2010).

Ressalta-se que políticas públicas têm sido adotadas em todo o mundo, no sentido de garantir a segurança alimentar e nutricional, o que envolve programas de alimentação escolar. Nesse contexto, iniciativas têm sido tomadas, propondo limitar a oferta de alimentos com deficiência nutricional e qualidade, como aqueles com altos níveis de sal, açúcar e gordura e promover a oferta de alimentos saudáveis por meio da compra direta de produtores que estão inseridos nos programas de alimentação escolar (Soares, Davó- Blanes, Martinelli, Melgarejo & Cavalli, 2017).

O programa Mundial de Alimentos estimou que em 2013, 368 milhões de crianças, ou uma a cada cinco, receberam merenda escolar a um custo total de U\$ 75 bilhões (Chakraborty

& Jayaraman, 2019). Com efeito, investimentos na merenda escolar podem impactar positivamente na diminuição da fome e melhoria dos estado nutricional de escolares e, conseqüentemente, de sua saúde, contribuindo para o aumento de seu desempenho. Logo, o aproveitamento de frutos do cerrado no enriquecimento de produtos da panificação, visando agregar-lhes potencial sensorial, nutricional e funcional, é uma alternativa viável e sensata, que vem ao encontro das atuais políticas públicas de alimentação escolar, contribuindo ainda para a exploração sustentável desse importante bioma, tão ameaçado e para geração de renda, principalmente de populações economicamente vulneráveis.

Baseado no exposto, o objetivo deste trabalho foi estudar, de forma pioneira, o enriquecimento de pães doces com frutos do cerrado, substituindo-se parcialmente a farinha de trigo por farinha de polpa de marolo e farinha da casca (mesocarpo externo + exocarpo) de pequi e a água pela polpa de marolo e seu efeito sobre a qualidade de pães doces, ao longo de 5 dias de armazenamento.

## **2. Metodologia**

### **2.1 Obtenção dos frutos e elaboração da polpa e das farinhas**

Os frutos, marolo e pequi, foram adquiridos em feiras e comércio local dos municípios de Curvelo-MG e Montes Claros-MG, Brasil, respectivamente. Eles foram transportados para a Planta Piloto de Processamento Mínimo de Vegetais, do Departamento de Ciência dos Alimentos, na Universidade Federal de Lavras – Minas Gerais, onde foram lavados em água corrente, com o auxílio de detergente neutro e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 200 microlitros por litro, por 15 minutos. Posteriormente, foram descascados e direcionados às próximas etapas de processamento. No caso do pequi, os frutos foram cortados ao meio com o auxílio de uma faca, sendo as cascas (conjunto mesocarpo externo + exocarpo) separadas manualmente dos pirênios. As cascas passaram, inicialmente, por um processo de branqueamento a vapor, por 12 minutos, para a inativação de enzimas de escurecimento (Sonaglio et al, 2012). Em seguida, foram distribuídas em formas de alumínio e colocadas para secar em estufa à 60°C por 48 horas (Silva et al, 2020). Posteriormente, as cascas secas foram trituradas em moinho de facas e peneiradas, utilizando-se peneira de Mesh nº 9, a fim de se obter uma farinha com granulometria uniforme. As farinhas obtidas foram armazenadas em frascos de vidro hermeticamente fechados, envoltos por papel alumínio, sob temperatura de 24 ±2°C, em local seco e arejado, protegido de luz.

Com relação ao marolo, os frutos foram processados em despoldadeira elétrica Halber Macanuda<sup>®</sup>, modelo MJ1-05, 0,5 CV de potência, em malha de 1,0 mm, obtendo-se a polpa. Parte da polpa foi acondicionada em sacos plásticos e congelada a -18°C. O restante foi utilizado no preparo da farinha, sendo seco em estufa a 65°C, por 72h e depois triturado e peneirado sob as mesmas condições da farinha de pequi.

## 2.2 Elaboração dos pães

O experimento foi realizado na padaria experimental do Laboratório de Grãos, Raízes e Tubérculos, do Departamento de Ciência dos Alimentos na Universidade Federal de Lavras – Minas Gerais, Brasil. Dois tipos de pães, controle e enriquecido, foram avaliados. Com base em uma formulação padrão, foram utilizados os seguintes ingredientes tomando-se a quantidade de farinha de trigo como 100%: água (45%), leite em pó (6%), açúcar cristal (10%), fermento biológico (2%), ovos (15%), óleo de soja (5%) e sal (2%). Os pães doces enriquecidos obedeceram à mesma formulação, porém tiveram 18% da quantidade de farinha de trigo substituída, sendo 16% por farinha de polpa de marolo e 2% por farinha da casca de pequi, além da substituição da água por 30% polpa de marolo. Os níveis de substituição foram baseados em estudos realizados por Lago (2018), que analisou diferentes formulações, utilizando a farinha da casca de pequi, farinha da polpa de marolo e polpa de marolo, sendo que esta foi a melhor formulação obtida com base nas propriedades nutricionais, funcionais e sensoriais. Os ingredientes foram pesados e misturados com o auxílio de uma batedeira Wallita<sup>®</sup> com 5 velocidades, 250 W de potência. Os ingredientes, com exceção do sal e dos líquidos, foram misturados, em velocidade baixa, por cerca de 1 minuto. Em seguida, adicionou-se a água e misturou-se em velocidade média. Assim que se começou a formar o ponto de véu, adicionou-se o sal e misturou-se à velocidade máxima, até que se atingisse o ponto de véu definitivo. Após descanso de 10 minutos, as massas foram divididas em porções de aproximadamente 70 g, modeladas em modelador de pães G.Paniz<sup>®</sup> e levadas à câmara de fermentação Klimaquip<sup>®</sup> Modelo CFCK-20, 2,2 KW de potência, a 30°C e 90% de umidade relativa, por um tempo de 90 minutos. Em seguida, os pães foram assados em forno elétrico industrial Prática Technicook<sup>®</sup> 9,5 KW de potência, a 150°C, por 20 minutos. Após esfriarem, os pães foram acondicionados em sacos plásticos e armazenados em local seco e arejado, a 26 ± 2°C, exposto a luz do ambiente, durante o tempo do experimento.

### 2.3 Análises

Para as matérias-primas (polpa, farinha de marolo e farinha da casca de pequi) foram realizadas análises de composição centesimal e cor. Já para os pães, além dessas análises, foram também avaliados a atividade de água, o perfil de textura, o teor de fenólicos, a atividade antioxidante, o teor de carotenoides e o teor de vitamina C, além da análise sensorial.

**Composição centesimal** - foi realizada segundo a Association Of Official Analytical Chemists [AOAC] (2016). As fibras dietária total, solúvel e insolúvel, foram determinadas por método enzimático-gravimétrico descrito por American Association Of Cereal Chemists [AACC] (2000). Os resultados foram expressos em porcentagem.

**Cor** - utilizou-se o colorímetro Minolta CR-400, iluminante D65, com a determinação das variáveis  $L^*$ , croma e  $h^\circ$ , que mede o grau de pureza da cor, medida de intensidade, ou ainda, seu grau de insaturação padrão C.I.E.  $L^*a^*b^*$  (Minolta, 2007). Utilizado para este estudo, a coordenada  $L^*$  representa quão clara ou escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca). Valores de croma próximos de zero representam cores neutras (cinza) enquanto valores próximos de 60 expressam cores vívidas. Já o  $h^\circ$ , que varia de 0 a  $360^\circ$ , diz respeito à matiz ou cor propriamente dita, assumindo valores de  $360^\circ$  para vermelho,  $90^\circ$  para amarelo,  $180^\circ$  para verde e  $270^\circ$  para azul (McGuire, 1992; Mendonça, Jacomino, Melhem, & Klugue, 2003).

**Análise de atividade de água** - foi realizada no equipamento Aqualab Serie 3TE, adimensional.

**Perfil de textura** - os parâmetros de textura foram determinados de acordo com Garzón, Rosell, Malvar e Revilla (2017). Utilizou-se o analisador de textura TA-XT2i, com probe cilíndrica de 36mm, sob as seguintes condições: velocidade pré e pós- teste: 5mm/s; velocidade teste: 2mm/s; distância de compressão: 5mm; intervalo entre ciclos: 10s; trigger force: 20 g. As variáveis dureza (gf), coesividade (adimensional) e mastigabilidade (gf.mm) foram avaliadas. Para a realização do teste, foram colocadas duas fatias de pão, de 1cm cada, sobrepostas uma sobre a outra, para que houvesse a compressão.

**Fenólicos e atividade antioxidante** – para a obtenção dos extratos de fenólicos e antioxidantes, foi utilizada a metodologia descrita por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997), com adaptações. Cinco gramas dos pães foram adicionados em tubos para centrífuga, com 20 mL de metanol 50%. Após uma hora de repouso, em ambiente escuro, os tubos foram

centrifugados, por 15 minutos, O sobrenadante foi reservado e o processo repetido, usando 20 mL de acetona 70%. Por fim, os dois sobrenadantes foram misturados, o volume completado para 50 mL, em balão volumétrico e os extratos armazenados em freezer (-18°C).

Os fenólicos totais foram determinados pelo método de Fast Blue, de acordo com Medina (2011). Este método utiliza o sal de diazônio Fast Blue e baseia-se na reação do grupo diazônio (+N=N-) com grupamentos hidroxilas reativos dos compostos fenólicos (-OH), formando complexos azo estáveis, que podem ser medidos espectrofotometricamente, a 420 nm (Medina, 2011). Os fenólicos foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico por 100 gramas (EAG 100 g<sup>-1</sup>).

A capacidade antioxidante foi determinada pelos métodos ABTS e β-caroteno/ácido linoleico. O método do ABTS (2,2-azino-bis (ethylbenzo-thiazoline- 6-sulfonic acid) diammonium salt) foi determinado de acordo com a metodologia descrita por Re, Pellegrini, Proteggente, Pannala, Yang, e Rice-Evans (1999) e é baseado na habilidade dos antioxidantes em capturar o cátion ABTS●+, sendo os resultados expressos em µg de trolox g<sup>-1</sup>.

Já o método β-caroteno/ácido linoleico foi determinado com base na metodologia descrita por Duarte-Almeida, Santos, Genovese & Lajolo, 2006, que se baseia na oxidação (descoloração) do β-caroteno, induzida pelos produtos da degradação oxidativa do ácido linoleico, ou seja, o método avalia a atividade de inibição de radicais livres gerados durante a peroxidação do ácido linoleico. Os resultados foram expressos em porcentagem de proteção à oxidação.

**Carotenoides** - Para o extrato e para a análise do teor de carotenoides, foi seguida a metodologia descrita por Rodrigues-Amaya (2001). Este método colorimétrico apresenta vários máximos de absorção (444 nm, 450 nm, 46 nm, 462 nm e 470 nm), sendo que os carotenoides de interesse para este estudo foram o α- caroteno e β-caroteno, 444 nm e 450 nm, respectivamente. Os resultados foram expressos em µg. g<sup>-1</sup>.

**Vitamina C** - foi avaliada pelo método colorimétrico, proposto por Strohecher e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico 100 g<sup>-1</sup> de amostra.

**Análise sensorial** - realizada em uma escola pública, da cidade de Lavras-MG, Brasil, com alunos do 1º ao 4º ano do ensino fundamental. As amostras, constituídas por fatias de cerca de 5g de pão, foram avaliadas sensorialmente por aproximadamente 80 crianças, na faixa etária de 6 a 10 anos, diariamente, durante 5 dias. A avaliação foi realizada de forma individualizada, em ambiente livre de interferências externas. Os dois tratamentos foram ofertados de maneira simultânea, sendo identificados com codificação aleatória, para se evitar interferências.

Para a avaliação das amostras, foi utilizada uma ficha com escala hedônica facial de 5 pontos, recomendada para a faixa etária de estudo (Cecane, 2010) (Figura 1). A participação dos alunos na avaliação sensorial foi de maneira voluntária, após autorização prévia assinada pelos responsáveis. O projeto foi previamente encaminhado e aprovado pelo Comitê de Ética de estudos com seres humanos da Universidade Federal de Lavras-MG (processo nº 2.227.875).

**Figura 1** - Ficha de escala hedônica facial de 5 pontos para crianças.

TESTE DE ACEITAÇÃO DA ALIMENTAÇÃO ESCOLAR

Nome \_\_\_\_\_ Série \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

Marque a carinha que mais represente o que você achou do \_\_\_\_\_

1 2 3 4 5

Diga o que você **mais** gostou na preparação: \_\_\_\_\_

Diga o que você **menos** gostou na preparação: \_\_\_\_\_

Fonte: Cecane (2010)

## 2.4 Delineamento experimental e análise estatística

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado 2 x 5, sendo dois níveis do fator formulação (pão doce controle e pão doce substituição parcial da farinha de trigo, por 16% de farinha de polpa de marolo e 2% de farinha de casca de pequi e de água por 30% de polpa de marolo) e cinco níveis do fator tempo de armazenamento (0, 1, 2, 3 e 4 dias), com 3 repetições, sendo que cada repetição foi constituída de uma embalagem plástica contendo três pães.

Para análise nos pães, os dados foram submetidos à análise de variância, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e de Regressão Linear, utilizando-se o programa computacional SISVAR (Ferreira, 2011).

### **3. Resultados e Discussão**

#### **3.1 Composição centesimal**

A composição centesimal do pão doce controle e enriquecido com polpa de marolo e farinhas de marolo e casca de pequi é apresentada na Tabela 1. Na Tabela 1 podem ser observados, também, os valores das variáveis para a farinha de trigo, a polpa de marolo e as farinhas de marolo e de casca de pequi, a título de comparação. O enriquecimento dos pães, com as substituições parciais de água por polpa de marolo e de farinha de trigo por farinhas de marolo e de casca de pequi não proporcionaram mudanças significativas ( $p > 0,05$ ) nos teores de umidade e extrato não nitrogenado, embora tenham aumentado de forma significativa ( $p \leq 0,05$ ) os teores de extrato etéreo (EE), fibra alimentar total (FA), solúvel e insolúvel e reduzido ( $p \leq 0,05$ ) os teores de proteínas e cinzas dos pães.

**Tabela 1.** Médias da composição centesimal de pães doces controle e enriquecidos com polpa de marolo e farinhas de marolo e casca de pequi, recém preparados e da matéria-prima utilizada para a elaboração (farinha de trigo, polpa de marolo e farinhas de marolo e de casca de pequi).

	Pão controle	Pão enriquecido	Farinha de trigo	Polpa de marolo	Farinha de marolo	Farinha da casca de pequi
Umidade (g 100g <sup>-1</sup> )	26,74±1,21 a	26,43±0,11 a	14,64	71,92	12,21	9,55
Extrato etéreo (g 100g <sup>-1</sup> )	4,42±0,12 b	5,89±0,13 a	1,4	1,79	6,73	1,15
Proteína bruta (g 100g <sup>-1</sup> )	13,38±0,68 a	9,61±0,45 b	9,8	0,92	3,47	5,62
Cinzas (g 100g <sup>-1</sup> )	3,47±0,03 a	1,55±0,38 b	0,75	0,67	2,49	2,62
Fibra Alimentar (g 100g <sup>-1</sup> )	4,38±0,21 b	9,11±0,93 a	3,2	8,02	29,88	44,96
Solúvel (g 100g <sup>-1</sup> )	2,02±0,29 b	3,84±0,95 a	-	2,64	9,83	8,19
Insolúvel (g 100g <sup>-1</sup> )	2,36±0,47 b	5,27±0,56 a	-	5,38	20,5	36,77
Extrato não nitrogenado (g 100g <sup>-1</sup> )	47,59±1,01 a	47,39±1,04 a	70,21	16,67	45,21	36,10

Médias de 6 repetições. Dados na matéria integral. Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância. Fonte: Autores (2020).

A substituição de água por polpa de marolo poderia reduzir a umidade dos pães, assim como a substituição parcial da farinha de trigo por farinhas de marolo e casca de pequi, que possuem teor de umidade inferior. Entretanto, as porcentagens de substituição utilizadas não foram suficientes para promover alterações significativas no teor de umidade dos pães.

Os teores de umidade de ambos os pães estão de acordo com o estabelecido pela ANVISA, para pães produzidos com farinha de trigo, de 38% no máximo (Brasil, 2000).

Com efeito, a farinha de marolo apresenta maiores teores de EE e FA e menores teores proteicos que a farinha de trigo. Assim, a substituição de 16% de farinha de trigo por farinha

de marolo promoveu aumento do EE e FA e redução de proteína nos pães enriquecidos, enquanto houve redução no teor de cinzas e alterações não significativas na fração glicídica.

Já a farinha de casca de pequi apresenta teores de EE semelhantes aos da farinha de trigo utilizada, maiores teores de FA e menores teores de proteína e extrato não nitrogenado. A substituição de 2% da farinha de trigo pela farinha da casca de pequi, assim como a substituição pela farinha de marolo, contribuiu para a redução de proteína nos pães e aumento no teor de FA.

### 3.2 Armazenamento dos pães

A atividade de água e cor ( $L^*$ ,  $C^*$  e  $h^\circ$ ) dos pães doces foi influenciada pela interação entre enriquecimento e tempo de armazenamento (Tabela 2).

**Tabela 2.** Atividade de água ( $A_w$ ) e cor ( $L^*$ ,  $C^*$  e  $h^\circ$ ) do miolo de pães doces controle e enriquecidos com polpa de marolo e farinhas de casca de pequi e polpa de marolo, ao longo do armazenamento.

Tempo	Atividade de água		$L^*$		$C^*$		$h^\circ$	
	Control e	Enriquecido o	Control e	Enriquecido o	Controle	Enriquecido	Controle	Enriquecido
0	0,90 a	0,87 b	66,55 a	51,58 b	22,01 b	23,08 a	88,61 a	70,43 b
1	0,91 a	0,88 b	73,56 a	55,79 b	22,31 b	22,55 b	88,33 a	71,06 b
2	0,91 a	0,88 b	70,47 a	57,36 b	20,30 b	21,88 a	89,79 a	72,59 b
3	0,91 b	0,89 b	72,72 a	55,76 b	21,82 b	22,29 b	88,22 a	71,81 b
4	0,91 a	0,89 b	73,04 a	58,05 b	22,19 b	20,96 b	87,17 a	73,32 b

\*Médias seguidas de mesmas letras, dentro de cada tempo, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: Autores (2020).

O enriquecimento promoveu redução na atividade de água dos pães, que perdurou, de forma geral, ao longo do armazenamento. A atividade de água nos pães controle foi de de 0,9 a 0,91, enquanto que para os pães enriquecidos, houve variação da  $A_w$  de 0,87 a 0,89. Nenhum ajuste foi observado para os pães enriquecidos ( $R^2 < 75\%$  e coeficientes de regressão  $> 0,05$ ), (Tabela 3). A atividade de água é um parâmetro importante para o desenvolvimento microbiano. Legan (1993), em seu estudo sobre produtos de panificação, mostra que, devido ao seu alto valor nutritivo, teor de umidade em torno de 40% e atividade de água variando de

0,94 a 0,97, o pão está susceptível ao ataque por fungos, apresentando tempo de vida útil que varia de 3 a 7 dias.

**Tabela 3.** Modelo polinomial ajustado para atividade de água ( $A_w$ ) e cor ( $L^*$ ,  $C^*$  e  $h^\circ$ ) do miolo de pães doces controle e enriquecidos com polpa de marolo e farinhas de casca de pequi e polpa de marolo, ao longo do armazenamento.

Parâmetros	Modelos		R <sup>2</sup>	
	Controle	Enriquecido	Controle (%)	Enriquecido (%)
<b>A<sub>w</sub></b>	$y = 0,9009 + 0,0140x + 0,0140x^2 + 0,0009x^3$	-	98,88	-
<b>L*</b>	$y = 66,8745 + 9,3713x - 4,6614x^2 + 0,6811x^3$	$y = 51,5706 + 7,8295x - 3,7057x^2 + 0,5367x^3$	77,95	96,57
<b>h°</b>	$y = 88,4912 + 0,1362x + 0,2826x^2 - 0,0322x^3$	$y = 70,3360 + 1,4561x - 0,3750x^2 + 0,0322x^3$	72,04	79,19

Fonte: Autores (2020).

Segundo Damodaran, Prakin, e Fennema (2010), a maioria dos microrganismos cresce em meio com atividade de água no intervalo 0,90 - 0,99. Entretanto, as leveduras e fungos miceliais crescem entre 0,86 – 0,88 e alguns tipos de fungos filamentosos podem crescer em meio com atividade de água de até 0,80. Embora a atividade de água dos pães enriquecidos tenha sido inferior à dos pães controle, os valores ainda são altos suficientes para garantir o desenvolvimento microbiano, logo os cuidados para preservação da segurança do produto devem ser assumidos, a despeito do enriquecimento.

Em relação à cor do miolo dos pães, o enriquecimento promoveu redução nos valores de  $L^*$  e  $h^\circ$ , embora o  $C^*$  não tenha sido alterado, à exceção do quarto dia de armazenamento, quando os pães enriquecidos apresentaram a maior média. Assim, os pães adicionados da polpa de marolo e das farinhas de casca de pequi e polpa de marolo apresentaram-se mais escuros e com coloração tendendo ao alaranjado, em contraposição à coloração mais amarelada do controle.

O escurecimento dos pães enriquecidos é coerente, considerando-se que a farinha de trigo, que foi substituída parcialmente, é mais clara que as farinhas dos frutos do Cerrado. Como pode ser observado na Tabela 4, a polpa do marolo apresenta coloração vermelho alaranjada, atribuída, segundo Roesler et al., (2007), aos pigmentos carotenoides. Já a farinha de polpa de marolo apresenta coloração mais escura, como pode ser observado nos dados,

devido aos mesmos pigmentos concentrados no processo de secagem e, ainda, provavelmente a pigmentos formados pela reação de Maillard e/ou caramelização. A reação de Maillard acontece quando os alimentos são aquecidos. Os fatores que afetam essa reação são principalmente, a presença de proteínas, açúcares, temperatura e a duração do tratamento térmico (Chua, Mujumdar, Hawlader & Chow, 2001). Já a caramelização, também pode ocorrer devido ao fato do marolo apresentar elevado nível de açúcares (12,38 g.100g<sup>-1</sup>) (Damiani et al., 2011). A farinha de casca de pequi apresenta coloração semelhante a da farinha de marolo, também entre o vermelho e o amarelo, influenciando visualmente a coloração dos pães. De acordo com Ahrneá, Andersson, Floberg, Rosén, e Lingnert (2007), as mudanças na cor da crosta do pão podem ser atribuídas ao escurecimento não enzimático, como visto na reação de Maillard e nas reações de caramelização. Assim, os pigmentos formados nos pães enriquecidos são influenciados pela qualidade e quantidade de precursores, como açúcares redutores e proteínas da farinha e da polpa utilizadas como ingredientes, levando à formação de proteínas polimerizadas e pigmentos marrons (Martins, Jongen & Boekel, 2000; Jusoh, Chin, Yusof, & Rahman, 2009).

**Tabela 4.** Médias de L\*, C\* e h° da matéria-prima utilizada na elaboração dos pães.

	<b>Polpa de marolo</b>	<b>Farinha de marolo</b>	<b>Farinha da casca de pequi</b>
<b>L*</b>	77,54	62,27	49,19
<b>a*</b>	8,98	16,63	6,63
<b>b*</b>	37,83	32,25	24,27
<b>c*</b>	38,89	36,29	25,16
<b>h°</b>	76,49	62,73	74,63

Fonte: Autores (2020).

A coloração mais escura do pão pode causar sua rejeição, ao mesmo tempo que pode favorecer o seu consumo, dependendo do tipo de público. Por exemplo, o público adepto de um estilo de vida mais saudável e que busca por alimentos integrais ou enriquecidos, tende a aceitar bem e até mesmo preferir os pães mais escuros, que sugerem a utilização destes ingredientes integrais. Portanto, estudos sensoriais com públicos específicos são fundamentais, para se avaliar a aceitação em função da coloração dos pães.

Observou-se, ao longo do armazenamento, aumento no valor de L\* no primeiro dia, seguido de estabilização, enquanto o h° manteve-se relativamente estável nos quatro dias de armazenamento dos pães controle e enriquecidos. Tendência de redução do C\* foi notada para os pães enriquecidos, enquanto nenhum ajuste foi possível para os pães controle, em função do armazenamento. Pode-se afirmar, portanto, que a coloração dos pães pouco foi influenciada pelo armazenamento, permanecendo com tendência amarelada e mais clara para os pães controle e mais escura e alaranjada, embora com tendência à diminuição da intensidade, para os pães enriquecidos.

O perfil de textura foi influenciado, interativamente, pelo enriquecimento e tempo de armazenamento dos pães (Tabelas 5 e 6). O enriquecimento determinou aumento na dureza e mastigabilidade dos pães, sem alterar sua coesividade. Observou-se, em função do armazenamento, tendência de aumento da dureza e mastigabilidade e redução da coesividade dos pães, a respeito da substituição. Os pães enriquecidos mantiveram maior mastigabilidade e dureza, ao longo dos quatro dias de armazenamento. Com efeito, a taxa de alteração da dureza, mastigabilidade foi maior nos pães enriquecidos que nos pães controle. Já a coesividade de pães controle e enriquecido não diferiu durante o armazenamento.

**Tabela 5.** Perfil de textura de pães doces controle e enriquecidos com polpa de marolo e farinhas de casca de pequi e polpa de marolo, ao longo do armazenamento.

Tempo	Mastigabilidade		Dureza (N)		Coesividade	
	Controle	Enriquecido	Controle	Enriquecido	Controle	Enriquecido
0	562,64 b	1258,58 b	965,73 b	1763,71 b	0,78 a	0,74 a
1	1059,17 b	2430,32 a	1663,63 b	4109,11 a	0,65 a	0,64 a
2	1371,75 b	2205,01 b	2133,91 b	4058,68 a	0,67 a	0,62 a
3	1667,70 b	2251,06 b	2789,31 b	5043,93 a	0,62 a	0,69 a
4	1668,47 b	2875,90 a	2775,48 b	5915,29 a	0,61 a	0,56 a

\*Médias seguidas de mesmas letras, dentro de cada tempo, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: Autores (2020).

**Tabela 6.** Modelo polinomial ajustado para perfil de textura de pães doces controle e enriquecidos com polpa de marolo e farinhas de casca de pequi e polpa de marolo, ao longo do armazenamento.

Parâmetros	Modelos		R <sup>2</sup>	
	Controle	Enriquecido	Controle (%)	Enriquecido (%)
<b>Mastigabilidade</b>	$y = 697,9165 + 286,0179x$	$y = 1278,0235 + 1956,5458x - 1046,6702x^2 + 164,6554x^3$	92,08	98,11
<b>Dureza (N)</b>	$y = 1116,5774 + 474,5186x$	$y = 2057,3486 + 1470,2010x - 136,6008x^2$	93,68	91,47
<b>Coesividade</b>	-	$y = 0,7447 - 0,2336x + 0,1395x^2 - 0,0232x^3$	-	93,03
<b>Elasticidade</b>	$y = 0,9783 - 0,0152x + 0,0028x^2$	-	97,03	-

Fonte: Autores (2020).

Do ponto de vista sensorial, a dureza é a força requerida para compressão e ruptura do alimento entre os dentes, enquanto a mastigabilidade é definida como o tempo necessário para se mastigar uma amostra e reduzi-la à consistência adequada para deglutição (Szczesniak, 2002). Sendo assim, pães com valores mais altos dessas variáveis exigem maior tempo de mastigação, o que não é desejável sensorialmente. Provavelmente, a redução do teor de glúten e a adição de fibras, oriundas das farinhas e da polpa, à matriz alimentar, em função da substituição parcial da farinha de trigo, foram os principais responsáveis pelo aumento da dureza e mastigabilidade do pão.

A coesividade indica a força necessária para esticar um alimento até que ele seja rompido (Szczesniak, 2002). Produtos de panificação com menores valores de coesividade apresentam maior tendência a esfarelar, sendo considerados mais “farinhentos” (Souza-Borges, Sokei, Spagnol & Conti-Silva, 2013). Logo, o enriquecimento não afetou a tendência de esfarelamento dos pães, com base na coesividade.

O enriquecimento aumentou a atividade antioxidante dos pães em cerca de 38% e 300%, segundo os métodos  $\beta$ -caroteno/ácido linoleico e ABTS, respectivamente, e esse efeito foi mantido ao longo de todo armazenamento (Tabelas 7 e 8). A capacidade antioxidante, pelo método do sistema  $\beta$ -caroteno/ácido linoleico, pode ser classificada em níveis: i) elevados (>70% de proteção); ii) intermediários (40-70% de proteção) e iii) baixos (<40% de proteção) (Hassimoto, Genovese, & Lajolo, 2005). Sendo assim, os pães enriquecidos podem ser

classificados na categoria de elevado nível de proteção, enquanto os pães controle na categoria de baixo nível de proteção. Oscilações na atividade antioxidante medidas pelo método  $\beta$ -caroteno/ácido linoleico foram observadas ao longo do armazenamento, não sendo possível obter nenhum ajuste estatístico, enquanto tendência de redução na atividade antioxidante medida pelo método ABTS foi notada para os pães enriquecidos e estabilidade para os pães controle, embora em nenhum momento os pães controle tenham apresentado maior atividade antioxidante comparados com os enriquecidos.

**Tabela 7.** Atividade antioxidante, fenólicos totais, vitamina C e carotenoides ( $\alpha$ -caroteno e  $\beta$ -caroteno) de pães doces controle e enriquecidos com polpa de marolo e farinhas de casca de pequi e polpa de marolo, ao longo do armazenamento.

Temp o	Atividade Antioxidante $\beta$ - caroteno (% de proteção)		Atividade Antioxidante ABTS ( $\mu\text{g}$ de trolox $\text{g}^{-1}$ )		Fenólicos Totais Fast Blue (mg EAG 100 $\text{g}^{-1}$ )	
	Controle	Enriquecido	Controle	Enriquecido	Controle	Enriquecido
0	53,90 b	73,95 a	1,05 b	4,17 a	19,28 b	77,19 a
1	54,39 b	73,94 a	1,23 b	3,58 a	19,17 b	73,58 a
2	33,19 b	55,14 a	1,21 b	3,62 a	17,61 b	66,07 a
3	54,09 b	74,07 a	0,79 b	3,69 a	18,69 b	64,74 a
4	48,38 b	72,28 a	0,99 b	3,43 a	18,42 b	69,06 a
Temp o	Vitamina C ( mg ácido ascórbico 100 $\text{g}^{-1}$ )		$\alpha$ -caroteno ( $\mu\text{g}$ $\text{g}^{-1}$ )		$\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g}$ $\text{g}^{-1}$ )	
	Controle	Enriquecido	Controle	Enriquecido	Controle	Enriquecido
0	51,48 a	51,85 a	2,25 b	4,43 b	2,19 b	4,37 b
1	42,99 a	50,23 a	2,49 b	7,04 a	2,45 b	6,95 a
2	24,89 a	35,03 a	1,77 b	8,13 a	1,73 b	8,05 a
3	30,41 a	39,76 a	1,13 b	11,78 a	1,09 b	11,66 a
4	21,67 a	41,70 a	1,14 b	13,45 a	1,12 b	13,24 a

\*Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.  
 Fonte: Autores (2020).

**Tabela 8.** Modelo polinomial ajustado para atividade antioxidante, fenólicos totais, vitamina C e carotenoides ( $\alpha$ -caroteno e  $\beta$ - caroteno) de pães doces controle e enriquecidos com polpa de marolo e farinhas de casca de pequi e polpa de marolo, ao longo do armazenamento.

Parâmetros	Modelos		R <sup>2</sup>	
	Controle	Enriquecido	Controle (%)	Enriquecido (%)
<b>Atividade Antioxidante <math>\beta</math>-caroteno</b>	-	-		
<b>Atividade Antioxidante ABTS</b>	$y = -0,1161 + 1,7213x - 0,6438x^2 + 0,0686x^3$	$y = 5,8036 - 2,3249x + 0,7706x^2 - 0,0801x^3$	83,56	99,75
<b>Fenólicos Totais Fast Blue</b>	-	$y = 88,6880 - 11,9632x + 1,5755x^2$		90,11
<b>Vitamina C <math>\alpha</math>-caroteno</b>	-	$y = 61,8917 - 8,0177x$		95,33
<b><math>\alpha</math>-caroteno</b>	$y = 2,6460 - 0,1965x - 0,0271x^2$	$y = 2,1343 + 2,2770x$	83,03	97,91
<b><math>\beta</math>-caroteno</b>	$y = 2,5753 - 0,1843x - 0,0276x^2$	$y = 2,1216 + 2,2450$	82,07	97,88

Fonte: Autores (2020).

Assim como observado para atividade antioxidante, o teor de fenólicos totais dos pães enriquecidos foi superior ao encontrado nos pães controle, com tendência de redução nos primeiros e estabilidade nos segundos, para o período de armazenamento (Tabela 7). O aumento proporcionado foi da ordem de 300%, semelhante ao notado para a atividade antioxidante medida pelo método ABTS.

Os teores de vitamina C não foram afetados significativamente pelo enriquecimento dos pães, embora redução tenha sido notada durante os quatro dias de armazenamento (Tabela 7). A redução gradual do teor de ácido ascórbico em alimentos pode ser devido a fatores como pH, ácidos, enzimas, teor de umidade, presença de oxigênio, atividade de água, luz e elevação da temperatura durante o armazenamento. A vitamina C é antioxidante, sendo facilmente oxidada, além de ser termolábil, ou seja, sensível ao calor (Soares & Silva, 2020).

Polpa e farinha de marolo, bem como farinha de casca de pequi, determinaram aumentos substanciais nos teores de  $\alpha$ - e  $\beta$ -caroteno dos pães, com aumento e redução linear notados nos pães enriquecidos e controle, respectivamente, durante o armazenamento (Tabela

7). Os maiores teores de carotenoides observados nos pães enriquecidos são justificados pelo fato de a polpa de marolo ser rica em carotenoides (Dragano et al., 2010).

A atividade antioxidante de produtos de origem vegetal varia de acordo com seus compostos bioativos, principalmente fenólicos, vitamina C e carotenoides (Saura-Calixto & Goni, 2006). No caso dos pães enriquecidos, a maior atividade antioxidante observada pode ser associada às maiores concentrações de fenólicos e carotenoides detectadas (Tabela 7), oriundas das matérias primas utilizadas em substituição à farinha de trigo, e à água, ingredientes pobres nesses compostos. Salienta-se, que mesmo após 5 dias de armazenamento, os pães ainda apresentaram atividade antioxidante, evidenciando seu potencial funcional.

Em relação à análise sensorial (Tabela 9), a aceitação dos pães enriquecidos não diferiu dos pães controle, no mesmo dia do preparo. Nenhuma diferença foi notada no primeiro e terceiro dia de armazenamento, embora os pães controle tenham apresentado maior aceitação no segundo e quarto dias. Nenhum ajuste significativo da aceitação sensorial foi obtido, em função do tempo de armazenamento, sendo que pães controle e enriquecidos receberam notas de aceitação sensorial entre 4 e 5, à exceção dos pães enriquecidos no quarto dia de armazenamento com nota 3,9, dentro de escala hedônica facial de 1 a 5 pontos, o que indica alta aceitação sensorial.

**Tabela 9.** Aceitação sensorial de pães doces controle e enriquecidos com polpa de marolo e farinhas de casca de pequi e polpa de marolo, ao longo do armazenamento.

Tempo	Mastigabilidade	
	Controle	Enriquecido
0	4,54 b	4,46 b
1	4,65 b	4,37 b
2	4,64 a	4,28 b
3	4,59 b	4,48 b
4	4,54 a	3,94 b

\*Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: Autores (2020).

As altas notas de aceitação sensorial dos pães enriquecidos com frutos do Cerrado, obtidas com alunos em idade escolar (6 a 10 anos), confirmam o potencial sensorial destes produtos, como parte da merenda escolar, podendo ser utilizados até quatro dias após seu preparo. O apelo nutricional e funcional comprovados fortalecem o apelo sensorial. Ademais,

o potencial nutricional, funcional e sensorial desses pães pode ser extrapolado para consumidores de outras faixas etárias, especialmente o público afeito a um estilo de vida saudável, embora testes sensoriais específicos a cada público sejam sugeridos.

O enriquecimento de pães doces, com ingredientes a base de frutos do Cerrado, é uma forma de agregação de valores a esses frutos, ainda pouco conhecidos e explorados, podendo contribuir para a valorização e preservação desse importante bioma, além de proporcionar novas formas de geração de renda à população local.

#### **4. Conclusão**

A substituição parcial da farinha de trigo por farinhas de marolo e de casca de pequi, bem como da água por polpa de marolo, aumenta os níveis de fibra alimentar, carotenoides, compostos fenólicos e atividade antioxidante de pães doces.

Pães doces enriquecidos com frutos do Cerrado são bem aceitos sensorialmente por escolares de 6 a 10 anos de idade.

O tempo de armazenamento causa influência em parâmetros de pães doces como: cor, atividade de água, perfil de textura, perfil de fenólicos, atividade antioxidante, vitamina C, carotenoides e sensorial. Sugere-se que sensorialmente, pães enriquecidos com frutos do cerrado são bem aceitos para consumo até o quarto dia de armazenamento.

Baseado no potencial nutricional, funcional e sensorial comprovado de pães doces enriquecidos com frutos do Cerrado, afirma-se que estes produtos podem contribuir para uma alimentação saudável na merenda escolar, passível de ser estendida a outros públicos.

A elaboração de pães doces, tendo como ingredientes frutos do Cerrado, é uma alternativa de geração de renda e de valorização e preservação do Cerrado.

#### **Referências**

Ahrneá, L., Andersson, C-G., Florberg, P., Rosén, J., Lingnert, H. (2007). Effect of crust temperature and water content on acrylamide formation during baking of white bread: Steam and falling temperature baking. *LWT - Food Science and Technology*, 40, 1708–1715.

American Association Of Cereal Chemists. (2000). *International Approved Methods*, (11a ed.), AACC International, St Paul. Recuperado de: <http://methods.aaccnet.org/about.aspx>.

Arruda, H. S., Botrel, D. A., Fernandes, R. V. B., & Almeida, M. E. F. (2016). Desenvolvimento e avaliação sensorial de produtos com frutos do Cerado brasileiro araticum (*Annona crassiflora* Mart.) e cagaita (*Eugenia dysenterica* Mart.). *Brasilian Journal of Food Technology*, 19.

Arruda, H. S., Pereira, G. A., Morais, D. R., Eberlin, M. N., & Pastore, G. M. (2018). Determination of free, esterified, glycosylated and insoluble-bound phenolics composition in the edible part of araticum fruit (*Annona crassiflora* Mart.) and its by-products by HPLC-ESI-MS/MS. *Food Chemistry*, 245, 738-749.

Association Of Official Analytical Chemists. (2016). *Official methods of analysis*. 20.ed. Washington: AOAC.

Brasil. (2000). Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução nº 90 de 18 de outubro de 2000*. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Pão. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 de outubro de 2000. Seção 1. 1.

Centro Colaborador em Alimentação e Nutrição Escolar – CECANE. (2010). *Manual para aplicação dos testes de aceitabilidade no Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE*. UNIFESP, 56.

Chakraborty, A., Jayaraman, R. (2019). School feeding and learning achievement: Evidence from India's midday meal program. *Journal of Development Economics*, 139, 249-265.

Chua, K. J., Mujumdar, A. S., Hawlader, M., Chou, S. K. (2001). Batch drying of banana pieces - effect of stepwise change in drying air temperature on drying kinetics and product colour. *Food Research International*, 34(4), 721-731.

Comunian, T. A., Silva, M. P., & Moraes, I. C. F. (2020). Reducing carotenoid loss during storage by co-encapsulation of pequi and buriti oils in oil-in-water emulsions followed by freeze-drying: Use of heated and unheated whey protein isolates as emulsifiers. *Food Research International*, 130.

Damiani C., Vilas Boas E. V. B., Asquieri, E. R., Lage, M. E., Oliveira, R. A., Silva, F. A.,

Paula, N. R. R. (2011). Characterization of fruits from the savanna: Araça (*Psidium guinnensis*Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora*Mart.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(3), 723-729.

Damiani, C., Silva, E. P., Becker, F. S., Endrigo, D. E., Asquiere, E. R., Silva, F. A., & Vilas Boas, E. V. B. (2017). Antioxidant Potential of Marolo Jam (*Annona crassiflora* Mart.) during Storage. *Open Access Library Journal*, 4.

Damodaran, S., Parkin, K., & Fennema, O. (2010). *Química de alimentos de Fennema*. (4a ed.), Porto Alegre: Artmed.

Dragano, N. R. V., Venancio, V. P., Paula, F. B. A., Della Lucia, F., Fonseca, M. J. O., & Azevedo, L. (2010). Influence of marolo (*Annona crassiflora* Mart.) pulp intake on the modulation of mutagenic/antimutagenic processes and its action on oxidative stress in vivo. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65, 319-325.

Duarte-Almeida, J. M., Santos, R. J., Genovese, M. I., & Lajolo, F. M. (2006). Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema  $\beta$ - caroteno/ácido linoleico e método de sequestro de radicais livres DPPH. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 26(2), 446-452.

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

Garzón, R., Rosell, C. M., Malvar, R. A., & Revilla, P. (2017). Diversity among maize populations from Spain and the United States for dough rheology and gluten-free breadmaking performance. *International Journal of Food Science and Technology*, 52(4), 1000–1008.

Hassimoto, N. M., Genovese, I. S., & Lajolo, F. M. (2005). Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables and commercial frozen fruit pulps. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, 53(8), 2928-2935.

Jusoh, Y. M. M., Chin, N. L., Yusof Y., Rahman, R. A. (2009) Bread crust thickness measurement using digital imaging and L a b colour system. *Journal of Food Engineering*.

94, 366–71.

Khoozani, A. A., Kebede, B., & Bekhit, A. E. A. (2020). Rheological, textural and structural changes in dough and bread partially substituted with whole green banana flour. *LWT*, 126.

Lago, R. C. (2018). *Desenvolvimento de pães com valor nutricional e funcional agregado por polpa e farinha de frutos do Cerrado*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Larrauri, J. A., Rupérez, P., & Saura-Calixto, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(4), 1390-1393.

Legan, J. D. (1993). Mould spoilage of bread: the problem and some solutions. *International Biodeterioration and Biodegradation*. 32(1-2), 33-53.

Mancebo, C. M., Martínez, M. M., Merino, C., Hera, E. De la., & Gómez, M. (2017). Effect of oil and shortening in rice bread quality: Relationship between dough rheology and quality characteristics. *Journal of Texture Studies*, 48(6), 597- 606.

Martins, S. I. F., Jongen, W. M., & Van Boekel, M. A. J. (2000). A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends Food Science & Technology*, 11, 364–373.

McGuire, R. G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12), 1254-1255.

Medina, M. B. (2011). Determination of the total phenolics in juices and superfruits by a novel chemical method. *Journal of functional foods*, 3, 79-87.

Mendonça, K., Jacomino, A. P., Melhem, T. X., & Klugue, R. A. (2003). Concentração de etileno e tempo de exposição para desverdecimento de limão “Siciliano”. *Brasilian Journal of Food Technology*, 6(2), 179-183.

Minolta. (2007). Precise color communication: color control from perception to instrumentation. Tokyo, 59.

Morais, M. J., Oliveira, M. S., Barbosa, E. G., & Terra Cruz, G. H. (2016). Caracterização da casca de pequi (*Caryocar Brasiliense* Camb.) para sua utilização como biomassa. *Anais do Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG (CEPE)*, Pirenópolis, GO.

Pinto, M. R. M. R., Paula, D. A., Alves, A. I., Rodrigues, M. Z., Vieira, E. N. R., Fontes, E. A. F., & Mota, R. A. (2018). Encapsulation of carotenoid extracts from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb) by emulsification (O/W) and foam-mat drying, *Powder Technology*, 339, 939-946.

Prado, L. G., Arruda, H. S., Araújo, N. M. P., Braga, L. E. O., Banzato, T. P., Pereira, G A. ... Pastore, G. M. (2020). Antioxidant, antiproliferative and healing properties of araticum (*Annona crassiflora* Mart.) peel and seed. *Food Research International*, 133.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26, 1231–1237.

Reis, A. F., & Schmiele, M. (2019). Characteristics and potentialities of Savanna fruits in the food industry. *Brazilian Journal of Food Technology*, 22.

Ribeiro, R. D., & Miguel, D. P. (2010). Avaliação da composição físico-química de farinhas de Okara e girassol e sua utilização no desenvolvimento de pão de forma. In: *IX Jornada Científica da FAZU*. 25 a 29 de outubro de 2010. Anais. Uberaba, p.66-78.

Rodrigues, L. J., Vilas Boas, E. V. B., Paula, N. R. F., Pinto, D. M., Silva, L. C., Piccoli, R. H. (2012). Qualidade microbiológica de pequis comercializados no Norte de Minas Gerais. *Higiene Alimentar*, 26, 186-190.

Rodrigues-Amaya, B. B. (2001). *A guide to carotenoid analysis in foods*. Washington: ILST Press.

Roesler, R., Malta, L. G., Carrasco, L. C., Holanda, R. B., Souza, C. A. S., & Pastore, G. M. (2007). Atividade antioxidante de frutas do Cerrado. *Food Science and Technology*, Campinas, 27(1), 53-60.

Santo, B. L. S. E., Silva, E. C., Cândido, C. J., Silva A. F., Nascimento, V. A., Ballard, C. R. ... Hiane, P. A. (2020). Dietary fiber chemical structures and physicochemical properties of edible *Pouteria glomerata* fruits, native from Brazilian Pantanal. *Food Research International*, 137.

Saura-Calixto, F., & Goni, I. (2006). Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. *Food Chemistry*, 94(3), 442-447.

Silva, J. S., Damiani, C., Silva, E. P., Ruffi, C. R. G., Asquiere, E. R., Silva, T. L. L. & Vilas Boas E. V. B. (2018). Effect of Marolo (*Annona crassiflora* Mart.) Pulp Flour Addition in Food Bars. *Journal of Food Quality*, 2018, 1-12.

Silva, J. S., Damiani, C., Silva, T. L. L., Silva, E. P., Cunha, M. C., Asquiere, E. R. & Vilas Boas, E. V. B. (2020). Nutritional characterization and technological functional properties of marolo pulp flour. *Research, Society and Development*, 9 (4).

Soares, M. F., & Silva, D. X. (2020). Investigation of bioactive compounds and antioxidant activity in tocaninian closed fruits. *Revista Cereus*, 64-76.

Soares, P., Davó- Blanes, M. C., Martinelli, S. S., Melgarejo, L., & Cavalli, S. B. (2017). The effect of new purchase criteria on food procurement for the Brazilian school feeding program. *Appetite*, 108 (1), 288-294.

Souza-Borges, P. K., Sokei, F. R., Spagnol, T. D., & Conti- Silva, A. C. (2013). Características químicas, físicas e sensoriais de bolos de laranja e pães adicionados de inulina e oligofrutose. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 34(6), 2837-2846.

Strohecker, R., & Henning, H. M. (1967). Análises de vitaminas: métodos comprovados. Madrid: Paz Montolvo, 428.

Szczesniak, A. S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, Barking, 13(4), 215-225.

Vilas Boas, B. M., Alves, A. P., Alves, J. A., Rodrigues, L. J., Alves, T. C., Vilas Boas E. V. B. (2013). Caracterização física, química e bioquímica do mesocarpo interno de frutos do pequi colhidos em diferentes estádios de desenvolvimento. *Ciência Rural*, Santa Maria, 43(12), 2285-2290.

Vilas Boas, E. V. B. (2004). Frutas minimamente processadas: pequi. In: Autores Diversos. *III Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças*. Viçosa: UFV, 122-127.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Rafaela da Silva Melo – 14%

Rafael Carvalho do Lago – 12%

Ana Beatriz Silva Araújo – 12%

Mariana Crivelari da Cunha – 12%

Ana Lázara Matos Oliveira – 8%

Hanna Elisia Araújo – 8%

Joelma Pereira – 8%

Elisângela Elena Nunes Carvalho – 12%

Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – 14%