



RAFAEL CARVALHO DO LAGO

**FRUTOS DO CERRADO COMO AGREGADORES DE VALOR
NUTRICIONAL E FUNCIONAL EM PÃES**

**LAVRAS-MG
2018**

RAFAEL CARVALHO DO LAGO

**FRUTOS DO CERRADO COMO AGREGADORES DE VALOR NUTRICIONAL E
FUNCIONAL EM PÃES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

Prof.Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

Orientador

Prof.^a Dr.^a Joelma Pereira

Coorientadora

Prof.^a Dr.^a Elisângela Elena Nunes de Carvalho

Coorientadora

**LAVRAS-MG
2018**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Lago, Rafael Carvalho do.

Desenvolvimento de pães com valor nutricional e funcional agregado por polpa e farinha de frutos do Cerrado / Rafael Carvalho do Lago. - 2018.

154 p. : il.

Orientador(a): Eduardo Valério de Barros Vilas Boas.

Coorientador(a): Joelma Pereira, Elisângela Elena Nunes

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Alimento funcional. 2. Marolo. 3. Mesocarpo externo de pequi. 4. Panificação. 5. Aproveitamento de subprodutos. 6. Segurança alimentar. I. Vilas Boas, Eduardo Valério de Barros. II. Pereira, Joelma.

RAFAEL CARVALHO DO LAGO

**FRUTOS DO CERRADO COMO AGREGADORES DE VALOR NUTRICIONAL E
FUNCIONAL EM PÃES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 1º de março de 2018.

Dr.^a Elisângela Elena Nunes de Carvalho UFLA

Dr.^a Joelma Pereira UFLA

Dr.^a Ester Alice Ferreira EPAMIG

Prof.Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

Orientador

**LAVRAS-MG
2018**

À minha mãe, Nádia, ao meu pai, Aurélio, e à minha irmã, Camila, por terem sido o motivo pelo qual permaneci firme na minha caminhada, e pelo amor incondicional.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido que eu chegasse até aqui e por ter me dado forças para superar os desafios ao longo de todo esse processo.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de ingressar em um programa de pós-graduação, e pela estrutura disponível para os estudos e realização do trabalho.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, por todo apoio e estrutura disponíveis para a realização do trabalho, e pela oportunidade de ingresso no curso.

Às agências de Fomento, Capes, Cnpq e Fapemig, pelo apoio financeiro e, à última, ainda, pela concessão da bolsa de estudos.

À direção da Escola Municipal Álvaro Botelho, por ter permitido a execução do estudo sensorial em suas dependências.

Ao meu orientador, Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, por toda confiança depositada em mim, pelos ensinamentos e apoio durante o trabalho e pela excelente orientação.

À coorientadora Elisângela Elena Nunes de Carvalho, por estar sempre disponível para esclarecer dúvidas e me ajudar na execução do trabalho e pela amizade.

À coorientadora Joelma Pereira, pelo auxílio indispensável na execução do trabalho, sobretudo na elaboração dos pães, e pela disponibilidade em me ajudar, sempre que foi necessário.

À Constantina Braga Torres e à Heloísa Helena de Siqueira Elias, por, além da ajuda nas análises laboratoriais, terem cuidado de mim com tanto carinho, fazendo as vezes de “mãe” em algumas ocasiões.

Aos colegas do Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças, pela ajuda nas análises e pela convivência.

À Giulia e ao Rogério, por terem me auxiliado na elaboração dos pães.

À minha família, que foi minha maior incentivadora, pela qual eu me empenhei para chegar ao resultado final, sem desistir.

À minha namorada, Aline, por ter ficado ao meu lado durante os momentos mais difíceis e períodos de maior abdicção pelos quais passei ao longo dessa jornada, fazendo com que estes ficassem mais leves, e por ter me incentivado sempre a continuar.

À minha sogra, cunhados e concunhados, por terem sido uma segunda família e terem sempre me apoiado.

A toda a equipe do restaurante Uaimaki, por ter me dado a oportunidade de trabalho no período em que estive sem bolsa de estudos.

MUITO ORIGADO!

*“Ele não permitirá que você tropece; o seu protetor manter-se-á alerta,
sim, o protetor de Israel não dormirá, ele está sempre alerta!
O Senhor é o seu protetor; como sombra que o protege, ele está à sua direita.
De dia o sol não o ferirá, nem a lua, de noite.
O Senhor o protegerá de todo o mal, protegerá a sua vida.
O Senhor protegerá a sua saída e a sua chegada, desde agora e para sempre.”*

Salmos 121:3-8

RESUMO GERAL

A incorporação de frutas na alimentação, especialmente aquelas oriundas de produção sustentável, constitui em alternativa para a melhoria da alimentação da população, e a garantia de segurança alimentar e nutricional. Programas de incentivo à alimentação saudável contribuem para o conceito de segurança alimentar e nutricional. Como exemplos, podem ser citados os programas de alimentação escolar no Brasil, representados pelo PNAE (Programa Nacional de Alimentação Escolar). Tendo em vista a rica flora do Cerrado, seus frutos podem ser utilizados na elaboração de novos produtos, com vistas à melhoria da alimentação de populações vulneráveis, preservação do bioma e valorização do pequeno produtor. Dentre as espécies nativas do Cerrado, destacam-se o maloeiro e o pequi, pelo já comprovado apelo sensorial, nutricional e funcional dos seus frutos.. A casca do pequi (mesocarpo externo mais exocarpo) é comumente descartada nos processos industriais, no entanto, possui potencial de utilização na indústria de alimentos. O pão, enquanto principal fonte energética da população mundial, constitui-se alternativa para o enriquecimento nutricional, podendo ser acrescido de outros ingredientes que irão, além de melhorar seu valor nutritivo, agregar-lhe valor sensorial e funcional. O objetivo deste trabalho foi a agregação de valores a frutos do Cerrado, por meio do enriquecimento de pães com polpa e farinha de marolo e de mesocarpo externo +exocarpo de pequi, visando um produto com valor nutricional e funcional agregado, que pudesse constituir em alternativa para a merenda escolar, e alimentação de populações em situação de insegurança alimentar, bem como atender a demanda por alimentação saudável. Foram formulados pães com diferentes níveis de substituição da água da formulação padrão, por polpa de marolo, e da farinha de trigo, por farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo do pequi. Verificou-se que substituições da farinha de trigo por 0 a 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo do pequi e 10 a 16% de farinha de marolo, e substituição da água por 0 a 30% de polpa de marolo, acarretam em menor prejuízo para as propriedades tecnológicas dos pães. Os pães elaborados com esses níveis de substituição apresentam boa aceitação sensorial por parte de escolares, e se destacam por virtuais veículos de fibra alimentar, fenólicos e vitamina C, além da atividade antioxidante, sinalizando seu potencial de aplicação não só para populações vulneráveis como também para o público fitness. A elaboração de pães tendo como ingredientes frutos do Cerrado, pode contribuir para a valorização e preservação do bioma, destacando-se como alternativa de geração de renda.

Palavras-chave: Alimento funcional. Marolo. Pequi. Desenvolvimento de novos produtos. Aproveitamento de coprodutos. Panificação. Segurança Alimentar. Merenda escolar.

GENERAL ABSTRACT

The incorporation of fruits into food, especially those from sustainable production, is an alternative for improving the population's nutrition and guaranteeing food and nutritional security. Programs to encourage healthy eating contribute to the concept of food and nutritional security. As examples, the school feeding programs in Brazil, represented by the PNAE (National School Feeding Program), can be mentioned. Considering the rich flora of the Cerrado, its fruits can be used in the elaboration of new products, with a view to improving the feeding of vulnerable populations, preserving the biome and valuing the small producer. Among the native species of the Cerrado, the marolo tree and pequi tree stand out for already proven sensorial, nutritional and functional appeal of their fruit. The rind of the pequi fruit (external mesocarp + exocarp) is commonly discarded in industrial processes, however, it has potential for use in the food industry. Bread, as the main source of energy for the world's population, is an alternative for nutritional enrichment, and can be added with other ingredients that will add sensorial and functional value and improve its nutritional value. The objective of this work was the aggregation of values to fruits of the Cerrado, through the enrichment of loaves with pulp and flour of marolo and external mesocarp + exocarp of pequi, aiming at a product with added nutritional and functional value, that could constitute as an alternative to school lunch and feeding of people who are food insecurity, as well as to meet the demand for a healthy eating. Breads with different levels of water replacement of the standard formulation by marolo pulp and wheat flour by marolo pulp flour and pequi external mesocarp + exocarp flour were formulated. It was found that substitutions of wheat flour by 0 to 2% of pequi external mesocarp + exocarp flour and 10 to 16% of marolo pulp flour and replacement of water by 0 to 30% of marole pulp resulted in less damage to the technological properties of breads. The breads made with these levels of substitution showed good sensory acceptance by schoolchildren and stood out as virtual vehicles of dietary fiber, phenolics and vitamin C, besides the antioxidant activity, signaling their potential of application not only to vulnerable populations but also to the fitness public. The elaboration of breads having as ingredients fruits of the Cerrado contributes to the valorization and preservation of the biome, standing out as an alternative of income generation.

Keywords: Functional food. Marolo. Pequi. Development of new products. Use of by-products. Baking. Food Safety. School lunch.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE.....	9
1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 Alimentação saudável e segurança alimentar	11
2.1.1 Programas de Alimentação Escolar.....	12
2.1.2 Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)	13
2.1.3 Aproveitamento integral de alimentos.....	14
2.2 Cerrado brasileiro.....	14
2.3 Marolo (<i>Annona crassiflora</i> Mart).....	17
2.4 Pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.).....	18
2.5 Fabricação de pães	20
2.5.1. Farinha de trigo e farinhas mistas.....	20
2.5.2 Enriquecimento de pães com coprodutos	21
2.6 Alimentos funcionais.....	22
2.6.1 Fibras.....	22
2.6.2 Compostos antioxidantes.....	23
2.6.3 Vitamina C.....	24
2.6.4 Compostos fenólicos	25
2.6.5 Metodologias para avaliação de compostos bioativos e atividade antioxidante	25
2.6.5.1 Método de Folin Ciocalteu	26
2.6.5.2 Método Fast blue.....	26
2.6.5.3 DPPH.....	27
2.6.5.4 ABTS.....	27
2.6.5.5 Sistema β -caroteno/ácido linoleico	28
2.6.5.6 FRAP.....	29
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS	29
SEGUNDA PARTE – ARTIGOS	41
ARTIGO 1	41
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, COMPOSTOS BIOATIVOS E FATORES ANTINUTRICIONAIS DE POLPA E FARINHA DE DOIS FRUTOS DO CERRADO	41

ARTIGO 2.....	77
DESENVOLVIMENTO DE PÃES DOCES COM FARINHA DE FRUTOS DO CERRADO: OTIMIZAÇÃO DE FORMULAÇÃO	77
ARTIGO 3.....	114
POTENCIAL NUTRICIONAL, FUNCIONAL E SENSORIAL DE PÃES DOCES ENRIQUECIDOS COM POLPA E FARINHA DE MAROLO E DE CASCA DE PEQUI	114

PRIMEIRA PARTE

DESENVOLVIMENTO DE PÃES COM VALOR NUTRICIONAL E FUNCIONAL AGREGADO POR POLPA E FARINHA DE FRUTOS DO CERRADO

1 INTRODUÇÃO

O aumento recorrente da prevalência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT's) fez com que o consumidor brasileiro se atentasse quanto à qualidade nutricional dos alimentos que consome. Como consequência, a busca por alimentos saudáveis, dentre eles frutas e hortaliças, aumentou consideravelmente, embora ainda esteja aquém do recomendado.

A criação e o fortalecimento de políticas públicas voltadas ao estímulo à alimentação saudável e combate às DCNT's, se faz necessário, e já são realidade no país. Ao mesmo tempo, o desperdício de alimentos é um problema recorrente em todo mundo e, além do impacto social, causa danos consideráveis ao meio ambiente (GONDIM et al., 2005). O consumo de alimentos naturais, oriundos da flora nativa, de produção orgânica e de pequenos produtores, bem como o aproveitamento de partes comestíveis de alimentos, comumente descartadas nos processos industriais, são estratégias para garantir segurança alimentar e nutricional à população.

Exemplos de políticas públicas que visam melhorar a alimentação da população, sobretudo as mais vulneráveis, são os programas que envolvem a alimentação escolar, geralmente aplicado em instituições públicas. Como exemplos pode-se citar os *School Nutrition Programs* (SNP), ou Programas de Nutrição Escolar, dos EUA, e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), do Governo Federal Brasileiro. Este último preconiza, dentre outras coisas, a oferta semanal de pelo menos, 3 porções de frutas e hortaliças. Essas frutas e hortaliças podem ser consumidas frescas ou podem ser utilizadas para o preparo de bolos, vitaminas, dentre outras preparações. Além disso, 30% da verba repassada pelo governo para a merenda escolar, deve ser utilizada para a compra de produtos de agricultura familiar e pequenos produtores (BRASIL, 2009).

O Cerrado figura-se como o segundo maior bioma brasileiro, sendo fonte incondicional de recursos naturais. Frutos nativos do Cerrado são comprovadamente ricos em nutrientes importantes e substâncias bioativas, além de constituírem a principal fonte de renda

para muitas famílias locais (RODRIGUES et al., 2015; ROQUE, 2006). Sendo assim, o estímulo ao consumo dessas espécies, além de ser benéfico do ponto de vista nutricional, exerce também um papel social. Além disso, o estímulo ao consumo, produção e à pesquisa em torno do potencial dos frutos do Cerrado contribui para a preservação do bioma, visto que muitas das espécies do Cerrado correm risco de extinção, devido ao desmatamento.

Dentre as inúmeras espécies nativas do Cerrado brasileiro, pode-se destacar *Annona crassiflora* Mart. e *Caryocar brasiliense* Camb., cujos frutos, marolo e pequi, respectivamente, são comprovadas fontes de nutrientes e antioxidantes, como vitamina C e fenólicos. Ambos os frutos, além do apelo nutricional, são muito apreciados por suas características únicas de sabor e aroma, sendo inúmeras as possibilidades de sua aplicação na indústria de alimentos.

A casca do pequi (conjunto mesocarpo externo + exocarpo) é comumente descartada no processamento do fruto para os mais diversos fins, constituindo em um problema ambiental e um desperdício, uma vez que já foi comprovado que a casca do pequi é rica em nutrientes, sobretudo em fibras (JÚNIOR et al., 2009; RABÊLO et al., 2008; RÉGIS et al., 2013).

O pão é um dos alimentos mais consumidos no mundo e constitui a base da dieta da maioria da população brasileira. No entanto, não é considerado um alimento rico do ponto de vista nutricional, uma vez que é constituído basicamente por carboidratos (PEREIRA et al., 2013). Apesar disso, é um alimento que possui boa versatilidade de produção, podendo ser enriquecido com nutrientes e/ou outros alimentos e coprodutos, podendo constituir-se, também, em um alimento funcional (MAIA et al., 2015; ROCHA, 2009). A adição de outros ingredientes na fabricação de pães pode acarretar em modificações tecnológicas. Sendo assim, alguns fatores devem ser estudados, a fim de que o acréscimo de ingredientes incomuns à formulação original não comprometa a qualidade do produto final.

O apelo funcional é uma tendência moderna e vem ao encontro da demanda atual por alimentos saudáveis. Dentro da classe dos funcionais, têm-se as fibras e os antioxidantes, estes representados, principalmente, pela vitamina C, e pelos compostos fenólicos. Frutos do Cerrado brasileiro, como o marolo e o pequi, são ricos nesses compostos. Sendo assim, sua aplicação em produtos alimentícios agregaria valor nutricional e funcional, e contribuiria para suprir a demanda por alimentos saudáveis e oriundos de pequenos produtores, ao mesmo tempo em que se constituiria em uma alternativa ao desperdício de alimentos e à preservação do bioma Cerrado.

O objetivo deste trabalho foi agregar valor a dois frutos do Cerrado, marolo e pequi, por meio na elaboração de pães com valor nutricional e funcional agregado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Alimentação saudável e segurança alimentar

O estilo de vida atual, em que prevalecem o sedentarismo e a má alimentação, expõe os indivíduos a uma série de fatores de risco para as chamadas doenças crônicas não transmissíveis (DCNT's), como obesidade, diabetes, hipertensão, doenças cardiovasculares, osteoporose e vários tipos de cânceres (VOLP; RENHE; STRINGUETA, 2009). De acordo com recente pesquisa do IBGE (2015), cerca de 39,3 milhões de brasileiros possuem, pelo menos, uma doença crônica não transmissível. A incorporação de frutas e hortaliças na alimentação diária é recomendação unânime no que diz respeito à melhoria da qualidade de vida e prevenção às DCNT's. Assim, o interesse da sociedade por consumir produtos de origem vegetal, especialmente frutas e hortaliças, em razão do seu apelo nutricional, funcional e sensorial, tem aumentado.

A campanha "5 a day", um programa de educação nutricional elaborado nos EUA, há anos vem sendo seguida mundialmente. Uma de suas diretrizes é o consumo diário de pelo menos cinco porções de frutas e hortaliças, visando a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis e uma melhor qualidade de vida (HEIMENDINGER et al., 1996). A exemplo da iniciativa americana, o governo federal brasileiro, nos últimos anos, vem lançando mão de uma série de políticas públicas voltadas ao estímulo à alimentação saudável e combate às DCNT's. Como exemplos, pode-se destacar o Plano de Enfrentamento das DCNT (2011-2022), o Plano Intersetorial de Prevenção e Controle da Obesidade e o Guia Alimentar para a População Brasileira (CLARO et al., 2016). Este último preconiza, dentre outras coisas, o consumo diário de 400g de frutas e hortaliças por dia (BRASIL, 2014). Apesar do consumo de frutas e hortaliças ter aumentado nos últimos anos, apenas ¼ da população consome a quantidade recomendada (BRASIL, 2014).

Segundo definição do Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SISAN), a partir da Lei nº. 11.346, de 15 de setembro de 2006, segurança alimentar consiste

na realização do direito de todos, ao acesso físico e econômico, regular e permanente a um conjunto básico de alimentos em quantidade e qualidade significativas para atender as necessidades nutricionais, tendo como base, práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam social, econômica e ambientalmente sustentáveis (BRASIL, 2006).

No último relatório da FAO sobre segurança alimentar e nutricional no Brasil, destacou-se como prioridade para o país, o desenvolvimento e fortalecimento de políticas públicas voltadas para a população mais vulnerável e a adoção de medidas que diminuam o desperdício de alimentos, além do desafio de promover a alimentação saudável, já que o número de pessoas com doenças crônicas não transmissíveis vem crescendo em todo o mundo. A obesidade figura como uma das principais causas de doenças que atingem a população, como por exemplo, hipertensão e diabetes. No Brasil, o custo da obesidade e da fração atribuível de cada doença a ela associada é de mais de 480 milhões de reais para o Sistema Único de Saúde (FAO, 2015). A prevalência da obesidade na população brasileira, de 18 anos ou mais, é de 20,8% (IBGE, 2015).

A recomendação da FAO é que as dietas apresentem em sua composição alimentos nutricionalmente ricos, e atribue ao agricultor familiar, o principal responsável por esse tipo de alimento. Os pequenos agricultores são responsáveis por mais de 70% dos alimentos que chegam diariamente às mesas, e a produção deles vem de uma fonte sustentável e, acima de tudo, saudável (FAO, 2015).

2.1.1 Programas de Alimentação Escolar

Como exemplos de políticas públicas que visam melhorar a alimentação da população, sobretudo as mais vulneráveis, pode-se citar os programas que envolvem a alimentação escolar, geralmente aplicados em instituições públicas, sob subsídios governamentais. Nos EUA, têm-se os chamados *School Nutrition Programs* (SNP), ou Programas de Nutrição Escolar, que visam salvaguardar a saúde e bem-estar dos escolares, por meio da oferta de lanches e refeições nutricionalmente equilibrados. Exemplos de programas que englobam essa estratégia são o *After school Care Program* (ASCP), ou Programa de cuidados pós-escolares; *Seamless Summer Option* (SSO), ou Opção de Verão Ininterrupto; *Fresh Fruit and Vegetable Program* (FFVP), ou Programa de Frutas e Vegetais Frescos; *School Breakfast Program*

(SBP), ou Programa do Café-da-manhã na Escola e; *Special Milk Program* (SMP), ou Programa Especial do Leite (TEXAS DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2013).

2.1.2 Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)

A exemplo dos programas de alimentação escolar dos EUA, tem-se, no Brasil, o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), um dos mais antigos programas de suplementação escolar. Teve início nos anos de 1950, com a oferta de refeições para escolares em situações de maior vulnerabilidade socioeconômica. De lá para cá, houve uma evolução, tanto no que se refere à qualidade das refeições ofertadas como no escopo de responsabilidades, ampliado através da Lei nº 11947 de 16 de junho de 2009, incluindo a alimentação como um direito do aluno e um dever do Estado (Artigo 3º) (BRASIL, 2009).

O princípio desse programa é basicamente ofertar refeições para o estudante do ensino básico, fornecendo um mínimo de 20% das suas necessidades nutricionais, contribuindo para o crescimento e o desenvolvimento biopsicossocial, a aprendizagem e o rendimento escolar (FREITAS et al., 2013). Suas diretrizes sugerem o emprego da alimentação saudável e adequada; a inclusão da educação alimentar e nutricional no processo de ensino e aprendizagem; a descentralização das ações e a articulação, em regime de colaboração entre as esferas de governo; e o apoio ao desenvolvimento sustentável (SILVA et al., 2013). Atualmente, o programa constitui uma importante estratégia de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), ao promover o Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA) por meio da alimentação escolar, assim como de várias ações que contribuem para que se possa atingir as metas dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) (VILLAR et al., 2013).

O PNAE, hoje, figura-se como o maior programa de suplementação alimentar da América Latina, tendo em vista o tempo de atuação, a continuidade, o compromisso constitucional desde 1988, o caráter universal, o número de alunos atendidos e o volume de investimentos já realizados (BELIK; DOMENE, 2012).

Dentre as recomendações do PNAE, tem-se a oferta de pelo menos três porções de frutas e hortaliças por semana. Essas frutas e hortaliças podem ser consumidas frescas ou podem ser utilizadas para o preparo de bolos, vitaminas, dentre outras preparações. Além disso, 30% da verba repassada pelo governo para a merenda escolar devem ser utilizados para a compra de produtos de agricultura familiar e pequenos produtores (BRASIL, 2009).

2.1.3 Aproveitamento integral de alimentos

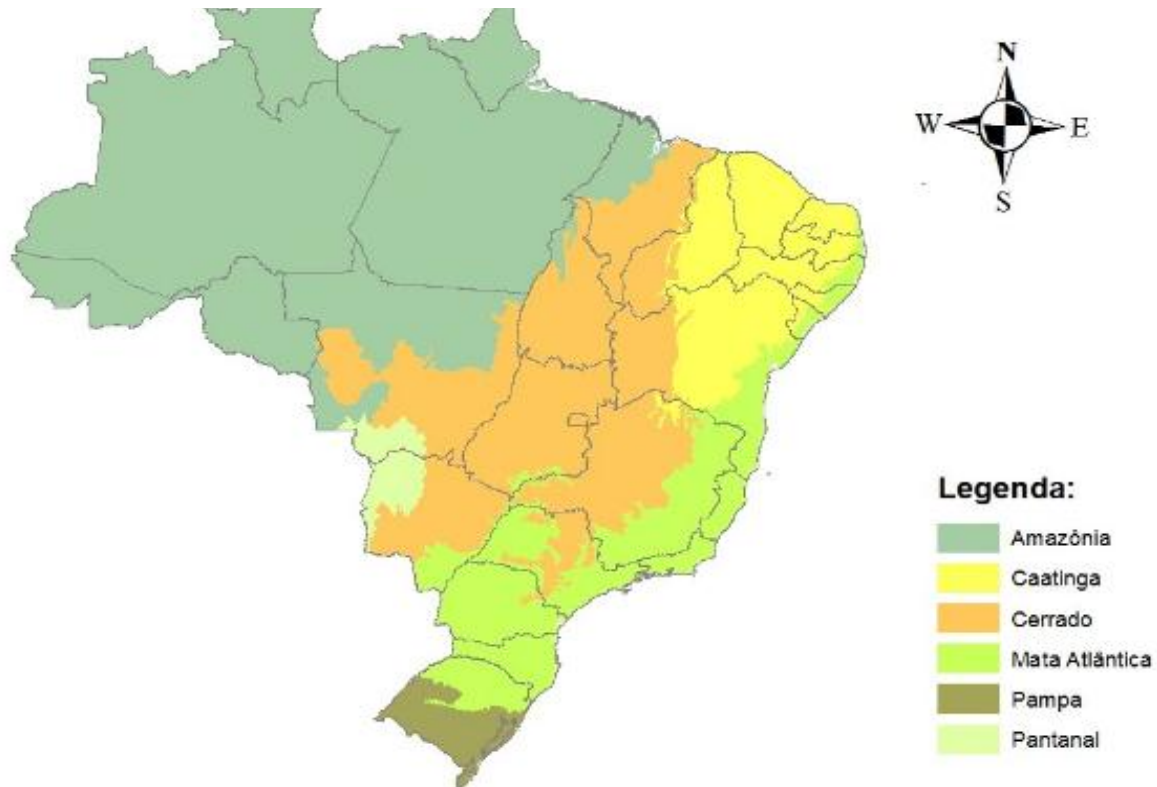
O desperdício de alimentos, é hoje, um problema recorrente em todo mundo e não se limita ao consumidor. Está presente desde o início da cadeia produtiva e persiste durante as etapas de produção até chegar ao destino final. É uma questão ampla que afeta diretamente os índices de desenvolvimento econômico dos países, e causa impacto na sociedade e no meio ambiente (GONDIM et al., 2005). De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO-ONU), mais da metade da produção de frutas e verduras é desperdiçada na América Latina. Cerca de 20% da produção é jogada no lixo antes mesmo de sair da propriedade rural (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2013). No Brasil, anualmente, se desperdiça milhões de toneladas de alimentos e resíduos aproveitáveis nas indústrias de alimentos. Uma maneira de combater o desperdício é o aproveitamento integral de frutas e hortaliças, por meio da utilização de partes não convencionais, comumente desprezadas (cascas, talos, folhas e outros resíduos) na elaboração de novos produtos. Estudos acerca do aproveitamento de resíduos e subprodutos em alimentos têm demonstrado excelentes retornos no que diz respeito à redução do desperdício de alimentos nas etapas produtivas, e no desenvolvimento de novos produtos, além de proporcionar uma economia nos gastos com alimentação, bem como diversificar e agregar valor nutricional às preparações (DAMIANI et al., 2011; SILVA; RAMOS, 2009; VALENÇA; SANTANA; FREITAS, 2008). Essa alternativa tecnológica utiliza o alimento de forma sustentável, reduz a produção de lixo orgânico, e beneficia a renda familiar, o que vem ao encontro do conceito de segurança alimentar.

2.2 Cerrado brasileiro

O Brasil possui uma vasta gama de espécies nativas, cujos frutos apresentam grande potencial a ser explorado em função de seu apelo nutricional, funcional e sensorial. O aproveitamento de frutos nativos na dieta alimentar, tem se tornado uma característica crescente à população brasileira. A disponibilidade de recursos naturais associada à grande extensão territorial do país forma biomas característicos que fornecem grande variedade de frutos nativos (CASTRO et al., 2014).

O Cerrado (Figura 1) é o segundo maior bioma brasileiro, sendo superado apenas pelo bioma amazônico. Ocupa 21% do território nacional e é considerado a última fronteira agrícola do planeta. Possui cerca de 10 mil espécies de plantas, sendo 44% endêmicas, isto é, que ocorrem apenas na região (RODRIGUES et al., 2015; ROQUE, 2006). Frutos do Cerrado representam fonte de alimentação e de geração de renda à população local. Entretanto, o consumo de espécies nativas, principalmente as plantas frutíferas, que são economicamente promissoras para o Cerrado, ainda é baixo, devido ao extrativismo (RODRIGUES et al., 2015). A preservação do bioma Cerrado e a manutenção da sua diversidade é um compromisso que deve ser assumido, por meio do desenvolvimento sustentável, com o aproveitamento do potencial comercial, que possui as espécies nativas, podendo se tornar uma alternativa econômica para a população desta região. Grande parte dos frutos do Cerrado apresenta características sensoriais únicas, apreciável valor nutricional e elevadas concentrações de compostos funcionais, como fibras, vitamina C, compostos fenólicos e grande capacidade antioxidante (DE LIMA et al., 2015a,b; MATTIETO et al., 2010).

Figura 1- Biomas brasileiros



Fonte: IBGE (2009)

Embora a flora do Cerrado seja rica em espécies que contenham vários compostos químicos com propriedades bioativas, ela é, em geral, negligenciada, e sua área diminuiu ao longo do tempo. Estima-se, atualmente, que a vegetação natural cubra apenas 49,1% da área total do bioma no ano 2000, sendo que houve uma perda de cerca de 11,812 km² / ano entre 2005 e 2010 (BEUCLHE et al., 2015). A alta pressão de uso da terra, principalmente após a introdução de produção extensiva e mecanizada de grãos para exportação, tem contribuído para as perdas acentuadas da vegetação natural (JEPSON, 2005; KLINK; MACHADO, 2005; SILVA et al., 2006). Atualmente, 17 alimentos típicos do Cerrado, incluindo frutos nativos e preparações culinárias, estão ameaçados de extinção, o que ressalta a urgência em aumentar o estímulo ao seu consumo, produção, e pesquisas em torno das suas propriedades (RODRIGUES, 2017).

Dentre os frutos do Cerrado que se destacam pelo potencial comercial, sensorial, nutricional e funcional, estão o marolo (*Annona crassiflora* Mart) e o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb) (DAMIANI et al., 2017; SILVA et al., 2017; RODRIGUES et al., 2015; LIMA et al., 2014; SILVA et al., 2014; VILAS BOAS et al., 2013; SILVA et al. 2013a; VILAS BOAS et al., 2012; RIBEIRO et al., 2012; DELLA LUCIA et al., 2012; RODRIGUES et al.,

2012; GONÇALVES et al., 2011; RODRIGUES et al., 2011; DAMIANI et al., 2011; GONÇALVES et al., 2010; DAMIANI et al., 2009; RODRIGUES et al., 2009; DAMIANI et al., 2008; SOUZA et al., 2007; RODRIGUES et al., 2007).

2.3 Marolo (*Annona crassiflora* Mart)

O marolo, ou araticum (*Annona crassiflora* Mart) (Figura 2), é uma fruta típica do Cerrado, pertencente à família Anonaceae e muito apreciado pelo aroma e sabor dos seus frutos. Ocorre nos estados da Bahia, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, São Paulo e Tocantins (ALMEIDA, 1998).

Figura 2- Marolo (*Annona crassiflora* Mart.)



O florescimento do maroleiro no sul de Minas Gerais ocorre do final de setembro a começo de outubro, com pico de produção de fevereiro a março (DA SILVA et al., 2013). Como a dispersão é barocórica, ou seja, a dispersão das sementes se dá quando os frutos caem em consequência de seu próprio peso, os frutos devem ser coletados ainda nas árvores, pois, ao caírem são atacados por roedores, formigas e cupins (FERREIRA, 1980). De acordo com Silva et al. (2013), o marolo apresenta comportamento respiratório típico de frutos climatéricos.

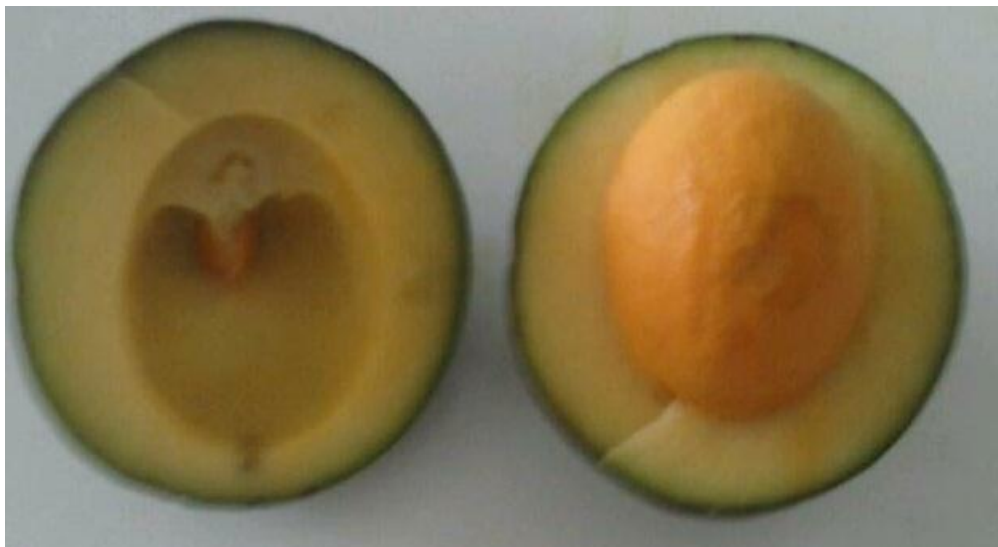
O fruto é comercializado de forma rústica em beiras de estrada, embora já possa ser encontrado no mercado interno, no varejo. Valorizado pelo seu sabor inconfundível, o fruto constitui-se em rica fonte de fibras, beta-caroteno e vitamina C, além de apresentar considerável potencial antioxidante (DAMIANI et al, 2011; DA SILVA et al., 2013; VILAS BOAS e SILVA, 2009). Segundo Franco (2003), em 100 g de marolo encontram-se 453 µg de tiamina, 100 µg de riboflavina, 2,675 mg de niacina, 10,3 g de glicídios, 0,4 g de proteínas, 1,6 g de lipídios, 52 mg de cálcio, 24 mg de fósforo, 2,3 mg de ferro e 52 Kcal.

O marolo é utilizado comumente, como matéria para a produção de doces e licores artesanais. Estudos têm apontado o sucesso da utilização do marolo em geleias (DAMIANI et al., 2012), iogurte (DELLA LUCIA et al., 2012) e barras alimentícias (SILVA et al., 2014).

2.4 Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)

O pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) é uma espécie arbórea pertencente à família Caryocaraceae, que pode alcançar 10 metros de altura (BARRADAS, 1972; ARAÚJO, 1994). O fruto (Figura 3) é globoso, tipo drupa, formado pelo epicarpo verde e mesocarpo externo, de coloração esbranquiçada, que cobre 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 se encontra uma semente, que pode ser consumida como as castanhas e amêndoas (ALMEIDA et al., 1998, VILAS BOAS, 2004; RODRIGUES et al., 2015).

Figura 3- Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)



O pequi é uma planta muito versátil quanto as suas utilidades; pode-se dizer que dele, tudo se aproveita (RODRIGUES, 2005; DAMIANI, 2006). A polpa (mesocarpo interno) é largamente utilizada na culinária brasileira, sendo apreciada por suas agradáveis peculiaridades de coloração, aroma e sabor, constituindo-se em rico veículo de energia, proteínas, fibras, minerais e vitaminas, destacando-se o beta-caroteno, precursor da vitamina A, e a vitamina C (ALMEIDA et al., 1998; VILAS BOAS, 2004; RODRIGUES et al., 2015). O pequi possui em seu interior, uma amêndoa comestível, pouco explorada, rica em riboflavina, tiamina, provitamina A e em óleos que lhe confere grande valor nutritivo. A “castanha” é utilizada na fabricação de paçoca e óleo branco (POZO, 1997). Estudos recentes comprovaram potencial nutricional e funcional da utilização da casca (porção mesocarpo externo + exocarpo) do pequi na alimentação humana (RÉGIS et al., 2013; JÚNIOR et al., 2009; COUTO, 2007). Alguns estudos ressaltam o potencial de utilização do pequi *in natura*, minimamente processado e congelado (BOAS et al., 2012; DAMIANI et al., 2008; GONÇALVES et al., 2010; SOUZA et al., 2007; RODRIGUES et al., 2007; VILAS BOAS, 2004). Um recente estudo confirmou o pequi como fruto não climatérico (RODRIGUES et al., 2015).

A espécie *Caryocar brasiliense*, nativa do Cerrado, é encontrada em uma faixa territorial ocupada pelos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Tocantins, Bahia, Pará, Piauí e Ceará (ALMEIDA & SILVA, 1994). A espécie assume importante papel na vida dos habitantes locais, constituindo-se importante fonte de renda e alimentação, destacando seu potencial alimentar, melífero, medicinal, oleaginoso, ornamental, dentre outros (CHÉVEZ POZO, 1997; RIBEIRO, 2000).

Compondo 84% do peso do fruto, a casca do pequi (mesocarpo externo mais exocarpo) é habitualmente descartada nos processos comerciais de fabricação de óleo, sabão, licor, tinturaria e farinha, (BARBOSA e AMANTE, 2002; CHEVEZ POZO, 1997; FERREIRA et al., 1987). Isso contribui para um menor valor agregado ao fruto, além de constituir subproduto descartado ao meio ambiente (JÚNIOR et al., 2009; RABÊLO et al., 2008). Devido ao seu elevado teor de fibra, a casca do pequi é, eventualmente, utilizada na alimentação de ruminantes (JÚNIOR et al., 2009). Estudos recentes apontaram bom potencial de aplicação da farinha da casca de pequi na indústria de panificação, sob ingrediente na elaboração de pães e biscoitos (COUTO et al., 2007; JÚNIOR et al., 2009). Régis et al. (2013), estudando diferentes partes do pequi, demonstraram que a casca do fruto apresentou maiores teores de compostos fenólicos, flavonoides e proteínas, em relação à polpa, indicando

que a casca do pequi é rica nutricionalmente, e possui grande potencial para uso na alimentação humana.

2.5 Fabricação de pães

O pão pode ser definido como o produto obtido pela cocção, em condições tecnologicamente adequadas, de uma massa fermentada ou não, preparada com farinha de trigo e ou outras farinhas que contenham naturalmente proteínas formadoras de glúten, ou adicionadas das mesmas e água, podendo conter outros ingredientes. Pode ser adicionado de fibras, sal (cloreto de sódio), açúcar, mel e outros carboidratos que confirmam sabor doce, leite e derivados, óleos e gorduras, sementes e farinhas de cereais, leguminosas, raízes e tubérculos, ovos, proteínas, frutas secas ou cristalizadas, produtos cárneos, recheio, chocolates, coberturas, condimentos e outros ingredientes que não descaracterizem o produto (ANVISA, 2005). Constitui em uma das principais fontes calóricas da dieta do brasileiro. Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP, 2014), o consumo *per capita* de pão francês no Brasil, é de aproximadamente 56 g por dia, o que equivale ao consumo de pelo menos um pão por dia.

2.5.1. Farinha de trigo e farinhas mistas

A farinha de trigo é sem dúvida a preferida, e considerada ideal para a fabricação de pães e outros produtos de panificação, uma vez que proporciona condições ótimas à elasticidade e extensibilidade da massa, dentre outras características desejáveis. Isto se dá devido a sua propriedade de gerar uma rede viscoelástica, insolúvel em água, a qual permite que todos os ingredientes sejam agregados para formar as massas alimentícias (ARAÚJO et al., 2010). Essa propriedade é atribuída às proteínas gliadina e glutelina, que compõem o glúten (WIESER, 2007), as quais conferem capacidade de absorção de água, coesividade, viscosidade e elasticidade às massas.

A farinha de trigo pode ser substituída parcial ou totalmente na fabricação de pães, a fim de se obter um produto enriquecido, ou mesmo destinado a públicos específicos (celíacos, por exemplo). No entanto, algumas características devem ser monitoradas a fim de não comprometer a qualidade do produto final. As modificações que poderão ocorrer nas características da massa são: absorção de água, tempo de mistura, estabilidade e propriedades

de extensão da massa. Na adição de farinha mista à farinha de trigo, é importante observar: volume, cor, sabor, aroma e outras características do pão, pois não pode haver grandes alterações nessas características em relação ao pão feito com farinha de trigo (EL-DASH, 1994).

A utilização de farinhas mistas, oriundas das mais diversas fontes vegetais na fabricação de pães e outros produtos de panificação, é algo remoto. Em séculos passados, na Europa, durante guerras ou períodos de fome, misturavam-se às farinhas, cascas de árvores, sementes silvestres, palha, capim, dentre outros (BAIER & BAIER, 1988). Até a década de 60, a utilização de farinhas mistas tinha como objetivo a substituição parcial da farinha de trigo para a redução das importações desse cereal. De alguns anos para cá, até os dias atuais, a utilização dessas farinhas é direcionada para a melhoria da qualidade sensorial e nutricional dos produtos, visando benefícios à saúde do consumidor (BORGES et al., 2006).

2.5.2 Enriquecimento de pães com coprodutos

Por ser constituído quase que basicamente por carboidratos, o pão é considerado um alimento com alto valor energético, porém, “pobre” nutricionalmente (PEREIRA et al., 2013). No entanto, devido ao seu amplo consumo enquanto fonte de carboidratos, o pão revela-se uma alternativa para a utilização de resíduos que aumentem sua composição nutricional, principalmente aqueles ricos em fibras e proteínas, caracterizando-o como um alimento funcional (MAIA et al., 2015; ROCHA, 2009). Contudo, a quantidade e a qualidade desses resíduos devem ser cuidadosamente estudadas, a fim de não comprometer as características mínimas essenciais ao pão (RIBEIRO & MIGUEL, 2010).

Na literatura, encontra-se diversos trabalhos acerca do desenvolvimento e aplicação de farinhas mistas obtidas de partes de alimentos, comumente desprezadas em produtos panificáveis. Para citar alguns exemplos: pão acrescido de farinha de mesocarpo externo de babaçu (COURI & GIADA, 2016); pão de forma enriquecido com farinha de resíduo da polpa de coco (MAIA et al., 2015); bolo e pizza enriquecidos com sementes de goiaba em pó (THOMAZ et al., 2014); biscoito tipo cookie acrescido de farinha de casca de abóbora e albedo de maracujá (SANTOS, 2013); biscoito rico em fibras enriquecido com casca de maracujá amarelo (SANTANA et al., 2011).

2.6 Alimentos funcionais

Segundo a ANVISA, alimento funcional é “todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica” (BRASIL, 1999). Um alimento pode ser considerado como funcional se ele, comprovadamente, afetar benéficamente uma ou mais funções específicas no organismo, além dos adequados efeitos nutricionais, de forma que seja relevante para o estado de bem-estar e saúde ou na redução do risco de uma doença (ROBERFROID, 2002). Na verdade, a legislação brasileira considera alimentos com alegações de propriedades funcionais, sejam eles naturais ou enriquecidos. As alegações fazem parte de um processo contínuo e dinâmico de avaliação e reavaliação, com base em evidências científicas. Alegações para ingredientes ou componentes dos alimentos não são aprovadas, e sim para o produto final que tenha esses ingredientes ou componentes. As alegações aprovadas relacionam a propriedade funcional e ou de saúde de um nutriente ou não nutriente do alimento (BRASIL, 2009).

A busca pelo consumo de alimentos com alegações funcionais vem se tornando crescente nos últimos anos, reflexo de uma forte tendência mundial em buscar alimentos que forneçam mais que nutrientes (MELO et al., 2016). Este tipo de alimento possui um enorme apelo comercial e constitui uma alternativa saudável aos produtos convencionais.

2.6.1 Fibras

Dentro da classe de alimentos funcionais, têm-se as fibras, diretamente relacionadas com determinados efeitos benéficos no organismo. As fibras insolúveis produzem redução no tempo de trânsito intestinal e aumento do volume fecal, levando à diminuição da constipação intestinal. Já as fibras solúveis provocam retardo no esvaziamento gástrico, na absorção da glicose e do colesterol, permitindo melhor controle dos níveis plasmáticos, promovendo redução do risco de doenças cardiovasculares e diabetes, além de contribuir com a saciedade (CUMMINGS et al., 2004). O consumo regular de fibras, exerce ainda, efeito imunoregulador e benefícios sobre processos inflamatórios associados a doenças crônicas não transmissíveis (SEIFERT, 2007; SALMAN et al., 2008; AJANI et al., 2004).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda um consumo diário de, no mínimo, 25g de fibras (WHO; FAO, 2003). A última pesquisa de orçamentos familiares do

IBGE (POF 2008-2009) demonstrou que o consumo médio de fibras pela população brasileira é de 21,8g/dia, e as maiores quantidades de ingestão do nutriente estão associadas ao consumo de frutas (IBGE, 2011). Por outro lado, o baixo consumo de fibras tem sido associado ao consumo de alimentos ultraprocessados, como biscoitos, bolos, pães, doces e bebidas com alto teor de açúcares (LOUZADA et al., 2015). Sendo assim, uma forma de intensificar o consumo de fibras é a sua adição em outros produtos, altamente consumidos e de fácil aquisição. Neste contexto se enquadram os produtos de panificação industrializados, como o pão de forma (COUTO, 2007).

Vários tipos de fibras podem ser adicionados aos produtos de panificação na forma de farinhas integrais de sementes (trigo, aveia, centeio, milho, soja, cevada, linhaça, girassol, arroz e sorgo) ou fibras isoladas de frutas e outros vegetais (MATOS, 2010). De acordo com Stauffer (1990), existem duas razões para se adicionar fibras em pães: aumento do teor de fibra e redução do conteúdo calórico dos pães.

2.6.2 Compostos antioxidantes

Compostos antioxidantes também compõem a classe dos alimentos funcionais, e a investigação acerca da capacidade antioxidante dos alimentos, sobretudo de produtos vegetais, tem sido objeto de estudo em muitas pesquisas na área de alimentos. O termo antioxidante possui natureza multiconceitual, mas, de maneira geral, pode ser definido como uma família heterogênea de moléculas naturais, que presentes em baixas concentrações, comparativamente às biomoléculas que supostamente protegeriam, podem prevenir ou reduzir a extensão do dano oxidativo (OLIVEIRA et al., 2009). Notadamente, estão presentes naturalmente em frutas, sendo que algumas apresentam altas concentrações de determinados grupos (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006).

A atividade antioxidante de um alimento é resultado da ação de cada um de seus componentes antioxidantes. Além disso, os componentes antioxidantes de um alimento podem interagir entre si e produzir efeitos sinérgicos ou inibitórios (KUSKOSKI et al., 2005; ABREU, 2010). Assim, a atividade antioxidante total de um alimento pode ser maior ou menor que a soma da atividade antioxidante de cada composto avaliado separadamente (BORGUINI, 2006; ABREU, 2010).

Dentre os principais antioxidantes naturais encontrados em frutos e hortaliças destacam-se o ácido ascórbico e os compostos fenólicos.

2.6.3 Vitamina C

O ácido ascórbico (vitamina C) é uma vitamina hidrossolúvel, essencial para a síntese de colágeno e reparação de tecidos. Desempenha papel significativo no metabolismo de tirosina, dos carboidratos, do ferro, na conversão de ácido fólico em ácido folínico, na síntese de lipídeos e proteínas, na resistência às infecções e na respiração celular. Oferece suporte ao sistema imunológico, em virtude da sua propriedade antioxidante, ajudando a neutralizar os radicais livres nas células e desempenhando um importante papel no combate ao estresse oxidativo em doenças crônicas (KLASCO,2012; MCEVOY,2011).

Segundo as Referências de Ingestão Dietética [Dietary ReferenceIntakes(DRIs)], de 2000, a Ingestão Dietética Recomendada [Recommended Dietary Allowance (RDA)] de ácido ascórbico varia de 70mg/dia a 90 mg/dia, para um individuo adulto, sendo que a ingestão média da população brasileira se encontra em 93,4mg/dia (IBGE, 2011). A ausência de armazenamento de vitamina C no organismo evidencia a necessidade de um aporte diário suficiente (FUNCIONAIS E NUTRACÊUTICOS).

2.6.4 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são quimicamente definidos como substâncias que possuem pelo menos um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluído seus grupos funcionais. Eles têm como precursores o ácido chiquímico e/o malônico, originando-se do metabolismo secundário das plantas, sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução. Além disso, se formam em condições de estresse, atuando como protetores das plantas contra infecções por patógenos, ferimentos, radiações UV, dentre outros (FARAH & DONANGELO, 2006; NACZK & SHAHIDI, 2004). Em alimentos, são responsáveis pela cor, adstringência, aroma, dentre outras funções (ANGELO; JORGE, 2007; BECKMAN, 2000; NACZK; SHAHIDI, 2004). Para a saúde humana, os compostos fenólicos representam substâncias bioativas, podendo exercer funções relacionadas com a prevenção de doenças cardiovasculares, estresse oxidativo e doenças crônico-degenerativas, devido a sua ação antioxidante (IMEH & KHOKHAR, 2002; ROCHA et al., 2011). Marolo e pequi demonstraram ser ricos em compostos fenólicos; o primeiro, apresentando teores em torno de 260,50 mg ácido gálico/100 g polpa e o segundo, 209 mg/100 g na polpa e 209,37 g/kg na casca (DAMIANI, 2009; LIMA et al., 2007; ROESLER et al., 2007)

2.6.5 Metodologias para avaliação de compostos bioativos e atividade antioxidante

Na literatura constam diversas metodologias para avaliação da atividade antioxidante em alimentos. Tais metodologias diferem em relação ao princípio do método, que basicamente, pode ser dividido em métodos baseados na captura dos radicais livres e métodos baseados na determinação da oxidação de uma molécula alvo (SUCUPIRA et al., 2012). Como exemplos do primeiro grupo, pode-se citar os métodos DPPH e ABTS. Já no segundo grupo, enquadram-se as metodologias Sistema β -caroteno/ácido linoleico. Ainda não há um consenso acerca de uma “metodologia universal” para a determinação da atividade antioxidante em alimentos, devido aos diferentes princípios em que se baseiam as metodologias e à complexidade das diferentes matrizes alimentares (ALVES et al., 2010). Sendo assim, recomenda-se que sejam utilizadas duas ou mais técnicas para a determinação da atividade antioxidante em um alimento, já que nenhum ensaio usado isoladamente para

determinar a capacidade antioxidante irá refletir exatamente a capacidade antioxidante total de uma amostra (PRIOR, 1999; CHOI et al., 2002).

2.6.5.1 Método de Folin Ciocalteu

O método de Folin Ciocalteu é um dos mais antigos e utilizados para a determinação de compostos fenólicos totais em alimentos. Se baseia na medição indireta de fenólicos totais através da capacidade de redução de componentes em alimentos. O mecanismo básico consiste em uma interação oxidação/redução que detecta a presença de fenóis, de agentes redutores e, possivelmente, quelantes de metais. Fenóis e polifenóis são detectados através da transferência de elétrons em um meio alcalino dos compostos fenólicos para complexos de ácido fosfomolibdico/fosfotúngstico presentes do reagente Folin Ciocalteu. A redução dos componentes e do reagente Folin Ciocalteu, resulta na formação de uma coloração azul, que é lida em espectrofotômetro, a 725nm. A concentração de fenólicos totais é calibrada contra o padrão ácido gálico (SINGLETON, ORTHOFER, & LAMUELA-RAVENTOS, 1999; SINGLETON & ROSSI, 1965).

Este método, no entanto, tem o resultado final interferido por constituintes antioxidantes não-fenólicos e substâncias redutoras, como o ácido ascórbico, a glicose, a frutose e sulfitos, além de alguns aminoácidos (tirosina e triptofano) e proteínas que contêm tais aminoácidos. Ambos também formam coloração azul em reação com o reagente Folin Ciocalteu, o que pode, em alguns casos, mascarar o real resultado de fenólicos totais (PETERSON, 1979).

2.6.5.2 Método Fast blue

Um novo método de determinação de fenólicos totais, desenvolvido atualmente por Medina (2011), parece não sofrer as mesmas interferências que o método de Folin Ciocalteu. Este método utiliza o sal de diazônio Fast Blue e se baseia 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 (LESTER et al., 2012; MEDINA, 2011).

2.6.5.3 DPPH

O teste de DPPH é uma das metodologias mais antigas para a determinação indireta da atividade antioxidante em alimentos, sendo proposto originalmente em 1950, para se descobrir os doadores de hidrogênio em matérias naturais. Mais tarde, foi quantificado para determinar o potencial antioxidante de compostos fenólicos isolados em alimentos, bem como em amostras biologicamente relevantes (ROGINSKY; LISSI, 2005). O DPPH pode reagir com compostos fenólicos, bem como com ácidos aromáticos contendo apenas um grupamento (SANTOS et al, 2007). Se baseia na redução do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazila – DPPH, por um agente antioxidante, a difenil-picril-hidrazina. O resultado é observado, espectrofotometricamente, pela mudança da coloração violeta, característica do radical DPPH, a coloração amarela, característica da difenil-picril-hidrazina, o que pode ser notado pelo decréscimo da absorbância (BORGES et al., 2011; ALVES et al., 2010). A porcentagem de atividade antioxidante (%AA) corresponde à quantidade de DPPH consumida pelo antioxidante, sendo que a quantidade de antioxidante necessária para diminuir a concentração inicial de DPPH em 50% é denominada concentração eficiente (EC50), também chamada de concentração inibitória (IC50). Logo, quanto maior o consumo de DPPH por uma amostra, menor será a sua EC50 e, conseqüentemente, maior a sua atividade antioxidante (SOUSA et al., 2007).

Esta metodologia é recomendada por muitos autores, por ser um recurso fácil e preciso para a avaliação da atividade antioxidante em produtos naturais, bem como por não envolver condições drásticas de temperatura e oxigenação (ANAGNOSTOPOULOU, et al., 2006; ATOUI, et al., 2005; RIBEIRO, et al., 2002; CARDOSO, et al., 2005; STRATIL, et al., 2006; SURVESWARAN, et al., 2007; JAYAPRAKASHA, et al., 2007; TERMENTZI, et al., 2006, AABY, et. al, 2004; SILVA et al., 1999).

2.6.5.4 ABTS

O método do ABTS (2,2-azino-bis(ethylbenzo-thiazoline- 6-sulfonic acid) diammonium salt) é baseado na habilidade dos antioxidantes em capturar o cátion ABTS^{●+}.

Esta captura é observada espectrofotometricamente por uma diminuição na absorvância (a coloração verde-escura, característica do radical ABTS, é convertida a uma forma de coloração verde mais claro ou então incolor), que é lida a partir da mistura do radical com o antioxidante, em diferentes concentrações, sendo representadas graficamente (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURA-CALIXTO, 2006). Os resultados da atividade antioxidante são expressos como equivalentes a uma solução de TROLOX (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-ácido carboxílico), através da construção de uma curva de calibração com concentrações conhecidas de TROLOX (MAGALHÃES et al., 2008).

Dentre as vantagens desse método, está o fato de que ele oferece vários máximos de absorção (415 nm, 660 nm, 734 nm e 820 nm), além de apresentar boa solubilidade, permitindo a análise de compostos, tanto de natureza lipofílica como hidrofílica (MAGALHÃES et al., 2008; KUSKOSKI et al., 2005).

2.6.5.5 Sistema β -caroteno/ácido linoleico

Este método foi proposto inicialmente por Miller (1971) e modificado por Lima (2008). Baseia-se 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 (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006; SILVA, BORGES & FERREIRA, 1999).

A descoloração do sistema β -caroteno/ácido linoleico, caracteristicamente alaranjado, é monitorada por leitura em espectrofotômetro, a 470 nm. A descoloração ocorre em função das estruturas radicalares formadas pela oxidação do ácido linoleico, que atacam as duplas ligações do β -caroteno, que perde seu cromóforo, resultando na descoloração do pigmento alaranjado, característico da solução. A presença de antioxidantes no sistema protege o ácido linoléico, prolongando o período de formação dos radicais livres (HUANG & WANG, 2004).

Este método tem sido amplamente utilizado para determinar a atividade antioxidante em alimentos, principalmente frutas e sementes ricas em lipídeos (LIMA, 2008). Apesar de apresentar alguns inconvenientes, como a interferência de substâncias redutoras no ensaio, permite a determinação da capacidade antioxidante em produtos termossensíveis, uma vez que não demanda uso de altas temperaturas durante sua execução (SILVA, 2008).

2.6.5.6 FRAP

O método FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*), ou Poder Antioxidante de Redução do Ferro, também é utilizado para medir a capacidade antioxidante de frutos. Neste método, o complexo férrico-tripiridiltriazina (FeIII-TPZ) é reduzido ao complexo ferroso (FeII-TPZ), na presença de um antioxidante e em condições ácidas. O complexo formado por esta reação possui uma coloração azul intensa, com absorção máxima a 593 nm (BENZIE & STRAIN, 1996).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível verificar, por meio deste estudo, que polpa de marolo, farinha de marolo e farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi possuem potencial para serem aplicadas como ingredientes funcionais na elaboração de pães, agregando valor nutricional, funcional e sensorial aos mesmos.

REFERÊNCIAS

- ABREU, W. C. **Características físicas, químicas e atividade antioxidante “in vitro” de tomate submetido à desidratação**. 2010. 156 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- AJANI, U.A.; FORD, E.S.; MOKDAD, A.H. Dietary fiber and C-reactive protein: findings from National Health and Nutrition Examination Survey Data. **J Nutr.**, v.134, n.5, p.1181-1185, 2004.
- ALMEIDA, S. P.; SILVA, J. A. Pequi e buriti: Importância alimentar para a população dos Cerrados. Planaltina: **EMBRAPA-CPAC**, 38p., 1994.
- ALMEIDA, S.P. Frutas nativas do Cerrado: caracterização físico-química e fonte potencial de nutrientes. In: Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, DF: **Embrapa-CPAC**, p.247-281, 1998.
- ALVES, C. Q. et al. Métodos para determinação de atividade antioxidante *in vitro* em substratos orgânicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n.10, p.2202-2210, 2010.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos: uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n. 1, p. 232-240, 2007.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Heloísa Poll...[et al]. Editora Gazeta Santa Cruz Ltda. Santa Cruz do Sul. 136p. 2013.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 - Aprova o "REGULAMENTO TÉCNICO PARA PRODUTOS DE CEREAIS, AMIDOS, FARINHAS E FARELOS"**. Disponível em: <<http://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjIwMw%2C%2C>>. Acesso em 23 jan. 2017.

ARAÚJO, F. D. de. The ecology, ethnobotany and management of *Caryocar brasiliense* Camb. Montes Claros, MG, Brazil. 1994. 175 p. Thesis (Doctor in Plant Sciences) – University of Oxford, Oxford, 1994.

ARAÚJO, H. M. C.; ARAÚJO, W. M. C.; BOTELHO, R. B. A.; ZANDONADI, R. P. Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 467-474, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA – ABIP, 2014. **O pão francês alimenta e pode ser usado em dietas**. Disponível em: <<http://www.abip.org.br/imagens/file/encarte6.pdf>>. Acesso em 08 fev. 2016.

BAIER, A. C.; BAIER, S. M. **O fim do subsídio do trigo e a utilização de farinhas mistas**. [Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1988]. 17 p. Trabalho apresentado na I Jornada Estadual de Tecnologia de Alimentos e Nutrição Humana, Passo Fundo, 1988.

BARBOSA, R. C. M. V.; AMANTE, E. R. Caracterização físico-química da farinha de casca de pequi (*Caryocar brasiliensis*), Porto Alegre, RS, 2002. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBCTA, p. 1528-1531, 2002.

BARRADAS, M. M. Informações sobre floração, frutificação e dispersão do piqui *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 24, n. 11, p. 1063-1072, nov. 1972.

BECKER, F.S., DAMIANI, C., de MELO, A.A.M.; BORGES, P.R.S.; VILAS BOAS, E.V. de B. Incorporation of Buriti Endocarp Flour in Gluten-free Whole Cookies as Potential Source of Dietary Fiber. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.69, p.344-360, 2014. Disponível em: <<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=ef37102c-e310-4a0d-bfb7-ef435dda33bb%40sessionmgr102&vid=0&hid=124>>. Acesso em 02 março 2017.

BECKMAN, C. H. Phenolic-storing cells: keys to programmed cell death and periderm formation in wilt disease resistance and in general defence responses in plants. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 57, n. 3, p. 101-110, 2000.

BENASSI, V.T.; WATANABE, E. **Fundamento da tecnologia de panificação**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1997. 60 p.

BENAVENTE-GARCIA, O. et al. Uses and properties of citrus flavonoids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 45, n. 12, p. 4505- 4515, Dec. 1997.

BENZIE, I.F.F.; STRAIN, J.J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of

"antioxidant power": the frap assay. **Analytical Biochemistry**, v.239, p.70-76, 1996.

BEUCHLE, R.; GRECCHI, R.C.; SHIMABUKURO, Y.E.; SELIGER, R.; EVA, H.D.; SANO, E.; ACHARD, F. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. **Appl. Geogr.**, v.58, p.116–127, 2015.

BOAS, B. M. V.; GONÇALVES, G. A. S.; ALVES, J.A.; VALÉRIO, J. M. ; ALVES, T.C. ; RODRIGUES, L. J.; PÍCCOLI, R. H.; VILAS BOAS, E. V. de B. Qualidade de pequis fatiados e inteiros submetidos ao congelamento. **Ciência Rural** , v. 42, p. 904-910, 2012.

BORGES, G. S. C.; V., F. G. K. ; COPETTI, C.; GONZAGA, L.V. ; ZAMBIAZI, R.; FILHO, J. ; FETT, R. Chemical characterization, bioactive compounds and antioxidant capacity of jussara (*Euterpe edulis*) fruit from the Atlantic Forest in southern Brazil. **Food Research International**, p. 1- 12, 2011a.

BORGES, J.T.S.; PIROZI, M.R.; LUCIA, S.M.D.; PEREIRA, P.C.; MORAES, A.R.F.; CASTRO, V.C. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **Bol Centro Pesqui Process Aliment**, v.24, n.1, p.145-162, 2006.

BORGUINI, R. G. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional**. 2006. 178 p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRASIL, ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999 - Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos**. Disponível em:

<<http://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjI0OQ%2C%2C>>.

Acesso em 22 jan. 2016.

BRASIL, Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. **Lei de Segurança Alimentar e Nutricional**, Brasília, 2006. Disponível em:

<<http://www4.planalto.gov.br/consea/conferencia/documentos/lei-de-seguranca-alimentar-e-nutricional>>. Acesso em 28 jan. 2017.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Guia Alimentar para a população brasileira**, Brasília, 2014.

Disponível em: <<http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2015/12/Guia-Alimentar-da-Populacao-Brasileira.pdf>>. Acesso em 28 jan. 2017.

BRASIL, T.A.; BARBOSA, K.R.C. Pão de queijo de pequi: uma alternativa para a preservação do Cerrado. In: 4º Simpósio de Segurança Alimentar, Gramado. **Anais...** Porto Alegre-RS: Sociedade Brasileira de Ciência e tecnologia de Alimentos, 2012.

BRASIL. **Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009**. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2009. Disponível em:

<https://www.fnede.gov.br/fndelegis/action/UrlPublicasAction.php?acao=getAtoPublico&sgl_tipo=LEI&num_ato=00011947&seq_ato=000&vlr_ano=2009&sgl_orgao=NI>. Acesso em 15 fev. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação. Coordenação Geral do Programa Nacional de Alimentação Escolar. **Manual de orientação para a alimentação escolar na educação infantil, ensino fundamental, ensino médio e na educação de jovens e adultos**. 2a ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2012. Disponível em: <<http://www.fnede.gov.br/arquivos/category/110-alimentacao-e-nutricao?download=7669:manual-de-orientacao-sobre-alimentacao-escolar-nas-diferentes-etapas-de-ensino>>. Acesso em 15 fev.2018.

CARR, L.G.; TADINI, C.C. Influence of yeast and vegetable shortening on physical and textural parameters of frozen part baked French bread. *Lebensm.- Wiss. u.-Technol.*, v.36, p.609-614, 2003.

CASTRO, D. S. D.; SOUSA, E. P. D.; NUNES, J. S.; SILVA, L. M. D. M.; MOREIRA, I. D. S. Caracterização física e físico-química de polpa de buriti (*Mauritia flexuosa*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.9, n.2, p.117-120, 2014.

CHÉVEZ POZO, O. V. **O pequi (*Caryocar brasiliense*): uma alternativa para o desenvolvimento sustentável do Cerrado no Norte de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 97 p.,1997.

CHOI, C. W. et al. Antioxidant activity and free radical scavenging capacity between korean medicinal plants and flavonoids by assay-guided comparison. **Plant Science**, v. 163, n. 6, p. 1161-1168, 2002.

CLARO, R.M.; MAIA, E.G.; COSTA, B.V.L.; DINIZ, D.P. Preço dos alimentos no Brasil: prefira preparações culinárias a alimentos ultraprocessados. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.32, n.8, p.1-13, 2016.

COURI, M.H.S.; GIADA, M.L.R. Pão sem glúten adicionado de farinha do mesocarpo de babaçu (*Orbignya phalerata*): avaliação física, química e sensorial. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 63, n.3, p. 297-304, mai/jun, 2016.

COUTO, E.M. **Utilização da farinha de casca de Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na elaboração de pão de forma**. 2007. 107p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2007.

CUMMINGS, J. H.; EDMOND, L. M.; MAGEE, E. A. Dietary carbohydrates and health: do we still need the fibre concept. **Clinical Nutrition Supplements**, v.1, n.2, p.5-17, 2004.

DAMIANI, C. **Qualidade e perfil volátil de pequi (*caryocar brasiliense camb.*) minimamente processado, armazenado e sob diferentes temperaturas**. 2006. 136p. Dissertação (mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

DAMIANI, C.; SILVA, E. P. ; BECKER, F. S. ; ENDRIGO, D. E. ; ASQUIERI, E.R. ; SILVA, F.A.; VILAS BOAS, E.V.B,. Antioxidant Potential of Marolo Jam (*Annona crassiflora*

Mart) during Storage. **OPEN ACCESS LIBRARY JOURNAL**, v. 04, p. 1-12, 2017.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. de B. ; ASQUERI, E.R. ; LAGE, M.E. ; OLIVEIRA, R. A. ; SILVA, F.A. da ; PINTO, D. M.; RODRIGUES, L. J.; SILVA, É. P.; PAULA, N. R. F. de . Characterization of fruits from the savanna: Araça (*Psidium guinnensis* Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, p. 723-729, 2011.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. de B. ; FERRI, P.H.; PINTO, D.M.; RODRIGUES, L.J. Volatile compounds profile of fresh-cut pequi fruit stored under different temperatures. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, p. 435-439, 2009.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. de B. ; PINTO, D.M.; RODRIGUES, L.J. Influência de diferentes temperaturas na manutenção da qualidade de pequi minimamente processado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 203-212, 2008.

DELLA LUCIA, F. ; FERREIRA, E. B.; SANTOS, R. C. dos; MOREIRA, M. A. M.; CORRÊA, S. C.; VILAS BOAS, E. V. B. de. Acceptability of yoghurt with Marolo pulp (*Annona crassiflora* Mart.) in the traditional and diet/light formulations. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 10, p. 85-92, 2012.

DUARTE-ALMEIDA, J M; SANTOS, RJ , GENOVESE, MI; LAJOLO, JF. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais dpfh. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.2, n.26, p. 446-452, abr.-jun. 2006.

EL-DASH, A.; GERMANI, R. **Tecnologia de Farinhas Mistas**. Brasília: Embrapa, 1994.

FARAH, A.; DONANGELO, C.M. Phenolic compounds in coffee. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.18, p.23-26, 2006.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, 45, 2000, São Carlos, SP. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, p. 235, 2000.

FERREIRA, F. R. et al. Caracterização física e química de frutos maduros de pequi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9, 1987. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, v. 2, p. 643-646, 1987.

FERREIRA, M.B. Frutos comestíveis do Distrito Federal: III., piqui, mangaba, marolo e mamãozinho. **Cerrado**: Brasília, v.5, n.20, p.22-25, 1980.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The State of Food Insecurity in the World, 2015**. Disponível em <<http://www.fao.org/3/a-i4646e.pdf>> . Acesso em 15 fev. 2016.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Panificação: os ingredientes** enriquecedores. Revista Food. Ingredients Brasil, nº 10, São Paulo, nov. **2009**. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/114.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

food science and agriculture. 4.ed. Oxford: Pergamon, 1994. 334p

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**, 9 ed., 230 p., São Paulo, 2003.

FUNCIONAIS & NUTRACÊUTICOS. **Vitamina C: fontes, funções e importância.** Disponível em: <http://insumos.com.br/funcionais_e_nutraceuticos/materias/100.pdf>. Acesso em 28 jan. 2017.

GONÇALVES, G. A. S.; VILAS BOAS, E. V. de B. ; RESENDE, J. V. ; MACHADO, A.L.L. ; BOAS, B, M. V. Qualidade dos frutos do pequi submetidos a diferentes tipos de cozimento. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA) , v. 35, p. 377-385, 2011.

GONÇALVES, G. A. S.; VILAS BOAS, E. V. de B. ; RESENDE, J. V. ; MACHADO, A.L.L. ; BOAS, B, M. V. Qualidade do pequi submetido ao cozimento após congelamento por diferentes métodos e tempos de armazenamento. **Revista Ceres**, v. 57, p. 581-588, 2010.

GONDIM, J. A. M; MOURA, M. F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, K. M. S. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

GUARIENTI, E.M. **Fazendo pães caseiros**. Passo Fundo: Embrapa, 2004. 90p.

HEIMENDINGER, J.; VANDUYN, M.A.; CHAPELSKY, D.; FOERSTER, S.; STABLES, G. The National 5 A Day for Better Health Program: a large-scale nutrition intervention. **Journal of Public Health Management and Practice**, v.2, p.27-35, 1996.

HUANG, L.H.; WANG, B.G. Antioxidant capacity and lipophilic content of seaweeds collected from Qingdao coast. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, p.4993-4997, 2004.

IMEH, U.; KHOKHAR, S. Distribution of Conjugated and Free Phenols in Fruits: Antioxidant Activity and Cultivar Variations. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, p. 6.301- 6.306, 2002.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa nacional de saúde : 2013 : percepção do estado de saúde, estilo de vida e doenças crônicas : Brasil e grandes regiões**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<ftp://ftp.ibge.gov.br/PNS/2013/pns2013.pdf>>. Acesso em 28 jan. 2017.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>>. Acesso em 28 jan. 2017.

JEPSON, W. A disappearing biome Reconsidering land cover change in the Brazilian savanna. **Geogr. J.**, v.17, p.99–111, 2005.

JÚNIOR, M.S.S.; dos REIS, R.C.; BASSINELLO, P.Z.; LACERDA, D.B.C.; KOAKUZU, S.N.; CALIARI, M. Qualidade de biscoitos formulados com diferentes teores de farinha de casca de pequi. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p. 98-104, abr./jun. 2009.

KENT, N.L.; EVERS, A.D. **Technology of cereals**: an introduction for students of

KLASCO RK (Ed): DrugPoint®. Thomson MICROMEDEX, Greenwood Village, Colorado, USA. 2012. Disponível em: <<http://www.thomsonhc.com/>>. Acesso em: 07 de fev. de 2016.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conserv. Biol.**, v.19, p.707–713, 2005.

KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, A.G.; TRONCOSO, A.M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.25, n.4, p.726-732, 2005.

LESTER, B.M.; MARSIT, C.J.; CONRADT E BROMER, C.; PADBURY, J.F. Behavioral epigenetics and the developmental origins of child mental health disorders. **Journal of Developmental Origins of Health and Disease**, v.3, n.06, p.395–408, 2012.

LIMA, A.; SILVA, A.M.O.; TRINDADE, R.A.; TORRES, R.P.; MANCINI-FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (Caryocar brasiliense, Camb.). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v.29, n.3, p.695-698, Dezembro 2007.

LIMA, J.P.; AZEVEDO, L.; DE SOUZA, N.J.; NUNES, E.E.; VILAS BOAS, E.V.B. First evaluation of the antimutagenic effect of mangaba fruit in vivo and its phenolic profile identification. **Food Research International**, v. 75, p. 216-224, 2015a.

LIMA, J.P.; BRANDAO, T. M.; NUNES, E.E.; VILAS BOAS, E. V. B.; BORGES, S.V. Identificação e quantificação de compostos fenólicos de polpas de frutos do Cerrado. **Revista Magistra**, v. 26, p. 1815-1819, 2014.

LIMA, J.P.; FANTE, C.A.; PIRES, C.R.; NUNES, E.E.; ALVES, R.R.; ELIAS, H.H.; NUNES, C.A.; VILAS BOAS, E.V. de B. The antioxidative potential and volatile constituents of mangaba fruit over the storage period. **Scientia Horticulturae**, v. 194, p. 1-6, 2015b.

LOUZADA, M.L.C.; MARTINS, A.P.B.; CANELLA, D.S.; BARALDI, L.G.; LEVY, R.B.; CLARO, R.M.; MOUBARAC, J.; CANNON, G.; MONTEIRO, C.A. Alimentos ultraprocessados e perfil nutricional da dieta no Brasil. **Rev Saúde Pública**, v.49, n.38, p.1-11, 2015.

MAGALHÃES, L. M.; SEGUNDO, M. A.; REIS, S.; LIMA, J. L.. F. C. Methodological aspects about in vitro evaluation of antioxidant properties. **Analytica Chimica Acta**, v. 613, p. 1 – 19, 2008.

MAIA, J.D.; BARROS, M.O.; CUNHA, V.C.M.; SANTOS, G.R.; CONSTANT, P.B.L. Estudo da aceitabilidade do pão de forma enriquecido com farinha de resíduo da polpa de coco. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.17, n.1, p.1-9, 2015.

MATTIETTO, R. A.; LOPES, A. S.; MENEZES, H. C. Caracterização física e físicoquímica dos frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.) e de duas polpas obtidas por dois tipos de extrator. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.13, p.156–164, 2010.

MATUDA, T.G. **Estudo do congelamento da massa de pão**: determinação experimental das propriedades termo físicas e desempenho de panificação. São Paulo. 2008. 153p. Tese de Doutorado – Engenharia Química - Escola Politécnica -

MCEVOY, G. Drug Information. Bethesda, Maryland, USA: **American Society of Health -**

System Pharmacists; 2011.

MEDINA, M.B. Determination of the total phenolics in juices and superfruits by a novel chemical method. **Journal of functional foods**, v.3, p.79 –87, 2011.

MELO, T.A.; RIBEIRO-ALVES, M.A.; LAVINAS, F.C.; RODRIGUES, I.A. Levantamento e caracterização dos produtos probióticos disponíveis no mercado varejista da região metropolitana do Rio de Janeiro. **Revista Rede de Cuidados em Saúde**, v.10, n.1, p.1-13. Disponível em: <<file:///C:/Users/Particular/Downloads/3307-8096-2-PB.pdf>>. Acesso em 28 jan. 2017.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**, Amsterdam, v. 1054, n. 1/2, p. 95-111, Oct. 2004.

OLIVEIRA, A.C. et al. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Quim. Nova**, São Paulo, v.32, n.3, p.689-702, abr.2009.

PATTISON, T.L.; HOLY, A.V. Effect of selected natural antimicrobials on Baker's

PAVANELLI, A.P. **Aditivos para panificação: conceitos e funcionalidade**. Oxiteno S/A Indústria e Comércio. São Paulo – SP, 2000.

PEREIRA, B.S. et al. Análise físicoquímica e sensorial do pão de batata isento de glúten enriquecido com farinha de chia. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v.8, n.2, 2013. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/demetra/article/view/5646/5141#.Vs7oqX0rLIU>>. Acesso em: 08 jan.2016.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**, v.39, p.791-800, 2006.

PETERSON, G.L. Review of the Folin phenol protein quantitation method of Lowry, Rosebrough, Farr and Randall. **Analyt. Biochem**, v.100, p.201–220, 1979.

PRIOR, R. L.; CAO, G.. In vitro total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods. **Free Radic Biol Med**. v. 27, p. 1173 – 81, 1999.

QUAGLIA, G. **Ciencia y tecnologia de la panificacion**. Zaragoza: Acribia, 1991. 485p.

RABÊLO, A.M.S.; TORRES, M.C.L.; GERALDINE, R.M.; SILVEIRA, M.F.A. Extração, secagem e torrefação da amêndoa do pequi (Caryocar brasiliense Camb.). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.28, n.4, p.868-871, out.-dez. 2008.

RÉGIS, W.C.B.; de SOUZA, M.R.R.; SILVEIRA, R.A.A. Comparação preliminar da composição química de diferentes partes do pequi (Caryocar brasiliense) comercializado no Vale do Jequitinhonha e Norte de Minas Gerais. **Percorso Acadêmico**, Belo Horizonte, v. 3, n. 6, jul./dez. 2013.

RIBEIRO, J. F. Pequi: o rei do Cerrado. **Rede Cerrado: Belo Horizonte**, 62 p., 2000.

RIBEIRO, M. C.; VILAS BOAS, E. V. B.; Riul, T.R.; SANTOS, A. S.; PANTOJA, L. ;

MARINHO, H. A. . Influence of the extraction method and storage time on the physicochemical properties and carotenoid levels of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) oil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** , v. 32, p. 386-392, 2012.

RIBEIRO, R. D.; MIGUEL, D. P.. 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, 2010.

RIBOTTA, P.D.; TADINI, C.C. **Alternativas tecnológicas para la elaboración y conservación de productos panificados**. Córdoba: Cyted, 2009. 329 p. Disponível em: <<http://digital.csic.es/bitstream/10261/17843/1/libro%20panificacion-2009.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2018.

ROBERFROID, M.B. Global view on functional foods: European perspectives. **British Journal of Nutrition**, v.88, p.133-138 (Suppl. 2), 2002.

ROCHA, L.S.; SANTIAGO, R.A.C. Implicações nutricionais e sensoriais da polpa e casca de baru (*Dipterix Alata vog.*) na elaboração de pães. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.29, n.4, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v29n4/19.pdf>>. Acesso em 09 fev. 2016.

ROCHA, W.S.; LOPES, R.M.; da SILVA, D.B.; VIEIRA, R.F.; da SILVA, J.P.; AGOSTINI-COSTA, T.S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do Cerrado. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, Dezembro 2011.

RODRIGUES, L. J. ; VILAS BOAS, E. V. de B.; PAULA, N. R. F. de ; PINTO, D. M. ; SILVA, L.; PÍCCOLI, R. H . Qualidade microbiológica de pequis comercializados no Norte de Minas Gerais. **Higiene Alimentar**, v. 26, p. 26-31, 2012.

RODRIGUES, L. J.; FERREIRA DE PAULA, N.R. ; PINTO, D.M. ; VILAS BOAS, E.V.B. Growth and maturation of pequi fruit of the Brazilian Cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos (Online)**, v. 35, p. 11-17, 2015.

RODRIGUES, L.J. ; VILAS BOAS, E. V. de B. ; PAULA, N.R. F. de ; PINTO, D. M. ; PÍCCOLI, R. H . Efeito do tipo de corte e de sanificantes no escurecimento de pequi minimamente processado. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)** , v. 35, p. 560-567, 2011.

RODRIGUES, L.J. **O Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb): ciclo vital e agregação de valor pelo processamento mínimo**. 2005. 150p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

RODRIGUES, L.J.; VILAS BOAS, E. V. de B. ; PÍCCOLI, R.H.; PAULA, N.R.F. de ; PINTO, D.M.; BOAS, B.M.V. Efeito do tipo de corte e sanificantes no amaciamento de pequi minimamente processado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1793-1795, 2007.

RODRIGUES, L.J.; VILAS BOAS, E.V.B.; PAULA, N.R.F.; ALCÂNTARA, E.M. Caracterização do desenvolvimento de pequi (*Caryocar brasiliense*) temporão do sul de Minas Gerais. **Pesq. Agropec. Trop., Goiânia**, v. 39, n. 3, p. p. 260-265, jul./set. 2009.

RODRIGUES, R. **Conheça ingredientes do Cerrado que estão ameaçados de extinção**, 2017. Disponível em: <<http://www.metropoles.com/gastronomia/comer/conheca-ingredientes-do-Cerrado-que-estao-ameacados-de-extincao>>. Acesso em 23 jan. 2017.

ROESLER, R.; MALTA, L.G.; CARRASCO, L.C.; HOLANDA, R.B.; SOUSA, C.A.S.; PASTORE, G.M. Atividade antioxidante de frutas do Cerrado. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.27 n.1, Jan./Mar. 2007.

ROQUE, F.; FIGUEIREDO, R.; & TIDON, R. Nine new records of drosophilids in the Brazilian savanna. **Drosophila Information Service**, n.89, p.1-3, 2006.

SALMAN, H.; BERGMAN, M.; DJALDETTI, M.; ORLIN, J.; BESSLER, H. Citrus pectin affects cytokine production by human peripheral blood mononuclear cells. **Biomed Pharmacother**, v.62, n.9, p.579-82, 2008.

SANO, E. E. et al. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 43, n. 1, p.153-156, jan. 2008.

SANTANA, F.C.; da SILVA, J.V.; SANTOS, A.J.A.O.; ALVES, A.R.; WARTHA, E.R.S.A.; MARCELLINI, P.S.; da SILVA, M.A.A.P. Desenvolvimento de biscoito rico em fibras elaborado por substituição parcial da farinha de trigo por farinha da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* flavicarpa) e fécula de mandioca (*Manihot esculenta* crantz). **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 22, n. 3, p. 391-399, jul./set. 2011.

SANTOS, D.A.M. **Formulação de biscoito tipo cookie a partir da substituição percentual de farinha de trigo por farinha de casca de abóbora (*Curcubita maxima*) e albedo de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* flavicarpa)**. 2013. 76 p. Dissertação (mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SCHMIDT - HEBBEL, H. **Avances en ciencia y tecnologia de los alimentos**: edicion actualizada y ampliada. Santiago: Merck Química Chilena, 1981. 265p

SEIFERT, S.; WATZL, B. Inulin and oligofructose: review of experimental data on immune modulation. **J. Nutr**, v.137, sup.11, p.2563S-2567S, 2007.

SILVA, E. P.; ABREU, W.C.; GONÇALVES, O.A. ; DAMIANI, C. ; VILAS BOAS, E. V. de B. . Characterization of chemical and mineral composition of marolo (*Annona crassiflora* Mart) during physiological development. **CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (ONLINE)**, v. 37, p. 13-18, 2017.

SILVA, E.P ; SIQUEIRA, H. H ; DO LAGO, R.C. ; ROSELL, C. M ; VILAS BOAS, E.V.B. Developing fruit-based nutritious snack bars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, p. 52-56, 2014

SILVA, E.P.; VILAS BOAS, E.V.B.; XISTO, A.L.P.R. Characterization and development of marolo (*Annona crassiflora*, Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos (Online)**, v. 33, p. 666-675, 2013a.

SILVA, F.A.M.; BORGES, M.F.M.; FERREIRA, M.A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, v.22, n.1, p.95-103, 1999.

SILVA, J.F.; FARINAS, M.R.; FELFILI, J.M.; KLINK, C.A. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the Cerrado region of Brazil. **J. Biogeogr.**, v.33, p.536–548, 2006.

SILVA, M. B. de; RAMOS, A. M. Composição química, textura e aceitação sensorial de

doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n.5, p. 551-554, 2009.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **Am. J. Enol. Vitic.**, v.16, p.144- 158, 1965.

SINGLETON, V.L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substances by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods Enzymol**, v.299, p.152-178, 1999.

SIQUEIRA, B.S.; SOARES JÚNIOR, M.S.; FERNANDES, K.F.; CALIARI, M.; DAMIANI, C. Effect of soaking on the nutritional quality of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) peel flour. **Food Sci. Technol**, v.33, n.3, p.500-506, 2013.

SOUSA, C.M.M.; SILVA, H.R.; VIEIRA, G.M.; AYRES, M.C.C.; COSTA, C.S.; ARAÚJO, D.S. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v.30, n.2, p.351-355, 2007.

SOUZA, E.C. de ; VILAS BOAS, E. V. de B. ; BOAS, B.M.V.; RODRIGUES, L.J.; PAULA, N.R.F. de . Qualidade e vida útil de pequi minimamente processado armazenado sob atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1811-1817, 2007.

TEXAS DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Overview of School Nutrition Programs**. Disponível em: <http://www.squaremeals.org/Portals/8/files/ARM/ARM_Section1_Overview_V002_130722.pdf>. Acesso em 21 fev.2018.

THOMAZ, A.M.A.U.; SOUSA, E.C.; LIMA, A.; LIMA, R.M.T.; FREITAS, P.A.P.; SOUZA, M.A.M.; THOMAZ, J.C.A.; CARIOCA, J.O.B. Elaboração e aceitabilidade de produtos de panificação enriquecido com sementes de goiaba (*Psidium guajava* L.) em pó. **Holos**, ano 30, v.5, p.199-210, 2014.

Universidade de São Paulo.

VALENÇA, R. S. F.; SANTANA, M. F. S. de; FREITAS, M. M. de. Aproveitamento da casca de bacuri para elaboração de biscoitos. In: **VI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRA E XII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL**, 2008.

VILAS BOAS, B.M.; GONÇALVES, G.A.S. ; ALVES, J.A. ; VALÉRIO, J. M. ; ALVES, T.C. ; RODRIGUES, L.J ; PÍCCOLI, R.H.; VILAS BOAS, E. V. B. Qualidade de pequis fatiados e inteiros submetidos ao congelamento. **Ciência Rural (UFMS. Impresso)**, v. 42, p. 904-910, 2012.

VILAS BOAS, B.M.; ALVES, A.P. ; ALVES, J.A. ; RODRIGUES, L.J. ; ALVES, T.C.;

VILAS BOAS, E. V. B. ; SILVA, E.P. Maturação controlada de marolo: um caso a ser estudado. In: **I Simpósio Sulmineiro do marolo e frutos do Cerrado**, p.1-6, Alfenas, 2009.

VILAS BOAS, E.V. de B. Frutas minimamente processadas: pequi.. In: **III Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, Viçosa. III Encontro

Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. Viçosa : UFV, p.122-127, 2004.

VILAS BOAS, E.V.B . Caracterização física, química e bioquímica do mesocarpo interno de frutos do pequizeiro colhidos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural (UFSM. Impresso)**, v. 43, p. 2285-2290, 2013.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; STRINGUETA, P. C. Pigmentos Naturais Bioativos. **Alim. Nutr.**, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2009.

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. **Food Microbiology**, Summit-Argo, v.24, n. 2, p.115-119, 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO); FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**, Geneva, 2003. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42665/1/WHO_TRS_916.pdf>. Acesso em 10 fev. 2017.

yeast activity. **Letters in Applied Microbiology**, v.33, p.211-215, 2001.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, COMPOSTOS BIOATIVOS E FATORES ANTINUTRICIONAIS DE POLPA E FARINHA DE DOIS FRUTOS DO CERRADO

Norma NBR 6022 (ABNT 2003)

Rafael Carvalho do Lago, Lucas Ferreira Rodrigues, Jéssyca Santos Silva, Elisângela Elena Nunes de Carvalho, Eduardo Valério de Barros Vilas Boas.

Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-00, Lavras – MG, Brasil.

RESUMO

Frutos do Cerrado são valorizados por suas propriedades sensoriais únicas e propriedades nutricionais e bioativas. Dentre as espécies do Cerrado que apresentam grande potencial sensorial, nutricional, funcional e econômico, destacam-se o marolo e o pequi. A casca do pequi (conjunto mesocarpo externo + exocarpo) é comumente descartada no consumo e beneficiamento do fruto; no entanto, possui um grande potencial nutricional, funcional e econômico a ser explorado. A elaboração de polpa e farinha a partir desses frutos figura-se como uma forma de agregar valor ao alimento e possibilitar sua aplicação na elaboração dos mais diversos produtos. Objetivou-se com este trabalho, caracterizar a polpa e a farinha obtida a partir do marolo, bem como a farinha da casca do pequi, além de analisar o efeito do processamento térmico sobre a polpa de marolo, para obtenção de farinha. Foram realizadas análises de pH, acidez titulável, sólidos solúveis, coloração, composição centesimal, fibra alimentar, fenólicos totais, ácido ascórbico, capacidade antioxidante, perfil de fenólicos e compostos antinutricionais. Tanto a polpa de marolo, como as farinhas da polpa de marolo e da casca de pequi se destacaram pelo teor de fibra alimentar e capacidade antioxidante. O processamento térmico o qual a polpa de marolo foi submetida para obtenção de farinha, não promoveu prejuízos na capacidade antioxidante do fruto, exercendo até mesmo efeito positivo, para algumas análises. A farinha da casca do pequi se destacou pelos níveis altamente elevados de compostos fenólicos e capacidade antioxidante, comprovando o potencial nutricional e funcional dessa parte do fruto, comumente desprezada. Foram identificados, tanto na polpa de marolo, como as farinhas da polpa de marolo e da casca de pequi, dois compostos antinutricionais: taninos e nitratos. Polpa de marolo, farinha de marolo e farinha de casca de pequi constituem-se em alternativas para o enriquecimento nutricional de produtos alimentícios e estímulo ao consumo e difusão dos frutos do Cerrado, com possíveis impactos para a geração de renda da população local.

Palavras-chave: *Annona crassiflora* Mart. *Caryocar brasiliense* Camb. Casca de pequi. Fibra alimentar. Compostos bioativos. Compostos antinutricionais. Vitamina C. Compostos antioxidantes. Aproveitamento de cobprodutos. Desenvolvimento de novos produtos. Compostos fenólicos.

ABSTRACT

Cerrado fruits are valued for their unique sensory properties and nutritional and bioactive properties. Among the Cerrado species that present great sensory, nutritional, functional and economic potential, marolo and pequi stand out. The rind of pequi (external mesocarp + exocarp) is commonly discarded in the consumption and processing of the fruit; however, it has a great nutritional, functional and economic potential to be explored. The elaboration of pulp and flour from these fruits appears as a way to add value to the food and enable its application in the elaboration of the most diverse products. The objective of this work was to characterize the pulp and flour obtained from the marolo fruit, as well as the flour of pequi fruit rind, besides analyzing the effect of the thermal processing on the marolo pulp, to obtain flour. Analyzes of pH, titratable acidity, soluble solids, color, proximate composition, dietary fiber, total phenolics, ascorbic acid, antioxidant capacity, phenolic profile and antinutritional compounds were performed. Marolo pulp, marolo flour and flour pequi fruit rind stood out for their dietary fiber content and antioxidant capacity. The thermal processing to which the marole pulp was submitted to obtain flour did not cause any damage to the antioxidant capacity of the fruit, having a positive effect for some analyzes. Pequi fruit rind flour stood out for the highly elevated levels of phenolic compounds and antioxidant capacity, proving the nutritional and functional potential of this part of the fruit, commonly neglected. Two antinutritional compounds were identified, in marolo pulp, marolo flour and flour pequi fruit rind: tannins and nitrates. Marolo pulp and flour and pequi rind are alternative for the nutritional enrichment of food products and stimulation to the consumption and diffusion of the fruits of the Cerrado, with possible impact to the income generation of the local population.

Keywords: *Annona crassiflora* Mart . *Caryocar brasiliense* Camb . Pequi fruit rind. Dietary fiber. Bioactive compounds. Antinutritional compounds. Vitamin C. Antioxidant compounds. Use of by-products. Development of new products. Phenolic compounds.

INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado é o segundo maior do Brasil e possui uma vasta gama de espécies nativas, com destaque para frutíferas, cujos frutos apresentam características sensoriais únicas, além de bom apelo nutricional, funcional e econômico (RODRIGUES et al., 2015; CASTRO et al., 2014; ROQUE, 2006). Muitas dessas espécies constituem-se em principal fonte de renda para a população local, logo, as ações que promovam o incentivo ao consumo de frutos dessas espécies, além de possibilitarem a melhoria da alimentação da população em termos nutricionais, possuem também, cunho social.

Embora a flora do Cerrado brasileiro seja rica em espécies frutíferas cujos frutos apresentam alto potencial bioativo, ela é, em geral, negligenciada. Além disso, as perdas da vegetação original são cada vez mais constantes, consequências da alta pressão de uso da terra, principalmente após a introdução da produção extensiva e mecanizada de grãos para exportação (JEPSON, 2005; KLINK; MACHADO, 2005; SILVA et al., 2006). Estima-se que entre os anos de 2005 e 2010, houve uma perda de cerca de 11,8km²/ano da vegetação natural do Cerrado (BEUCLHE et al., 2015). Atualmente, 17 produtos típicos do Cerrado, dentre eles, frutos e preparações culinárias, estão ameaçados de extinção (RODRIGUES, 2017). Logo, urge buscar-se alternativas para a preservação e estímulo ao consumo das espécies do Cerrado.

Uma forma de garantir a preservação das espécies do Cerrado é a agregação de valores aos frutos, por meio da elaboração de novos produtos, com valor nutricional e funcional agregado. Dentre as espécies frutíferas do Cerrado que apresentam bom potencial funcional e nutricional, destacam-se o marolo (*Annona crassiflora* Mart.) e o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.).

O marolo, também conhecido como araticum, é um fruto típico do Cerrado, muito apreciado por suas peculiares características de aroma e sabor. É comumente utilizado como matéria-prima na fabricação de vários produtos, como doces e licores. Estudos comprovam o fruto como fonte de fibras, beta-caroteno e vitamina C, além de apresentar considerável potencial antioxidante (DAMIANI et al, 2011; DA SILVA et al., 2013a; VILAS BOAS e SILVA, 2009). Sua comercialização ainda se dá, em sua grande maioria, de forma rústica e informal, em beiras de estrada. Estudos envolvendo o desenvolvimento de novos produtos à base de frutos do Cerrado, apontam o marolo como boa matéria-prima para a produção de

geleias, iogurte e barras alimentícias (SILVA et al., 2014; DAMIANI et al., 2012; DELLA LUCIA et al., 2012).

O pequi é um dos frutos mais apreciados do Cerrado brasileiro, sendo amplamente utilizado em preparações culinárias e elaboração de novos produtos, constituindo importante fonte de renda para habitantes e comerciantes locais (RODRIGUES et al., 2015; CHÉVEZ POZO, 1997; RIBEIRO, 2000). Embora amplamente utilizado, quase que em sua totalidade – do pequi são aproveitados tanto a polpa quanto a amêndoa (RODRIGUES, 2005; DAMIANI, 2006; VILAS BOAS, 2004) –, a casca do fruto ainda tem seu uso negligenciado, embora estudos apontem seu excelente apelo nutricional e funcional (LEÃO et al., 2017; ROCHA et al., 2015; RÉGIS et al., 2013; SOARES JÚNIOR et al., 2010; JÚNIOR et al., 2009). Além disso, a subutilização da casca do fruto contribui para um menor valor agregado ao fruto e constitui em desperdício, e subproduto descartado no meio ambiente (JÚNIOR et al., 2009; RABÊLO et al., 2008).

Devido à sazonalidade desses frutos – a colheita do marolo costuma ocorrer de fevereiro a março, enquanto que a do pequi ocorre de novembro a fevereiro (DA SILVA et al., 2013, ALMEIDA et al., 1994) – a obtenção de polpa e farinha dos mesmos é uma forma de agregar valor a eles, permitindo sua aplicação, ao longo do ano, nos mais diversos tipos de produtos.

Quando se aplica algum ingrediente não habitual na elaboração de novos produtos, é necessário que se investigue, além da composição nutricional, a possível presença de fatores anti-nutricionais, visto que estes podem interferir na absorção de alguns nutrientes ou mesmo ser tóxicos (SIQUEIRA et al., 2013). Dentre os compostos antinutricionais comumente encontrados nos alimentos, destacam-se os taninos, nitratos, inibidores de tripsina e compostos cianogênicos (BENEVIDES et al., 2011).

Sendo assim, objetivou-se com este estudo, caracterizar a polpa de marolo, a farinha de marolo e a farinha da casca de pequi, a fim de investigar seu potencial nutricional e funcional, bem como identificar a presença de compostos antinutricionais, com vista a aplicá-los como ingredientes funcionais em preparações e desenvolvimento de novos produtos.

MATERIAL E MÉTODOS

Aquisição e preparo de amostras

Os marolos e pequis utilizados para a obtenção da polpa e farinhas neste experimento, foram adquiridos de produtores dos municípios de Curvelo-MG, Brasil e Montes Claros-MG, Brasil, respectivamente. Durante a aquisição, foi realizada a seleção visual dos frutos, quanto à integridade, ausência de defeitos e maturação (frutos maduros). Uma vez adquiridos, os frutos foram transportados para a Planta Piloto de Processamento Mínimo de Vegetais, do Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras-MG, Brasil. Lá, foram lavados, em água corrente, com auxílio de detergente neutro, para a retirada das sujidades oriundas do campo. Em seguida, foram higienizados em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm, por 15 minutos. Feito isso, foram descascados e direcionados às demais etapas de processamento. No caso do marolo, as polpas (com semente) foram processadas em despulpadeira elétrica Halber Macanuda®, modelo MJ1-05, 0,5 CV de potência, obtendo-se uma polpa pastosa. Parte dessa polpa foi armazenada em sacos plásticos e mantida sob congelamento em freezer a -15°C. O restante seguiu para o preparo da farinha, sob as seguintes condições: secagem em estufa a 65°C, por 72h, moagem em moinho de facas e posterior peneiragem, utilizando-se peneira de Mesh nº 9. Com relação ao pequi, foi feita a separação manual do putâmen (mesocarpo interno + endocarpo + semente) e da casca (conjunto mesocarpo externo + exocarpo), sendo a segunda utilizada para obtenção de farinha. As cascas foram inicialmente submetidas a um branqueamento, a vapor, por 12 minutos, para a inativação de enzimas de escurecimento. Em seguida, foram armazenadas em estufa a 65° C, por 24 h, sendo trituradas e peneiradas sob as mesmas condições da farinha de marolo. As farinhas obtidas foram armazenadas em frascos de vidro envolvidos com papel alumínio hermeticamente fechados, em temperatura ambiente ($\pm 25^\circ$ C), em local seco e arejado, protegido de luz.

Análises

A polpa e farinha de marolo, bem como a farinha da casca de pequi, foram avaliadas quanto aos teores de pH, sólidos solúveis e acidez titulável, coloração, composição centesimal, fibra alimentar, vitamina C, fenólicos totais, capacidade antioxidante, perfil fenólico e compostos antinutricionais.

O pH foi determinado utilizando-se um pHmetro Schott Handylab (AOAC, 2016). A determinação da acidez titulável foi realizada com hidróxido de sódio 0,1M (AOAC, 2016). Já os sólidos solúveis foram determinados por refratometria, utilizando-se o refratômetro

digital ATAGO PR-100 com compensação de temperatura automática a 25° C, e os resultados expressos em porcentagem, conforme a AOAC (2016). Para a análise de coloração, utilizou-se o colorímetro Minolta CR-400, iluminante D65, com a determinação das variáveis L*, a*, b*, croma e h°. A composição centesimal foi realizada segundo a AOAC (2016). As fibras dietária total, solúvel e insolúvel, foram determinadas por método enzimático-gravimétrico descrito por AACC (2000) e expressas em porcentagem.

Para a obtenção dos extratos de fenólicos e antioxidantes, foi utilizada a metodologia descrita por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997), com adaptações. Cerca de 5 g de amostra foram adicionados em tubos para centrífuga, com mais 20 mL de metanol 50%. Após uma hora de repouso, em ambiente escuro, os tubos foram centrifugados, por 15 minutos, a 21952 g f. O sobrenadante foi reservado e foi feita uma nova extração, sob as mesmas condições, agora com 20 mL de acetona 70%. No final do procedimento, os dois sobrenadantes foram combinados, o volume completado para 50 mL, em balão volumétrico e os extratos armazenados em freezer (-18°C).

O teor de fenólicos totais foi avaliado por duas metodologias distintas, Folin Ciocalteu e Fast Blue. A primeira foi realizada segundo Waterhouse (2002), em que alíquotas de 0,5 mL dos extratos das amostras foram adicionadas em tubos de ensaio, em combinação com 2,5 mL do reagente Folin Ciocalteu 10% e 2 mL de carbonato de sódio 4%, sendo as leituras realizadas em espectrofotômetro, a 750 nm, após duas horas de incubação. Já o método de Fast Blue utilizado foi o proposto por Medina (2011). 4 mL dos extratos foram adicionados em tubos de ensaio, com mais 0,4 mL de solução Fast Blue 0,01% e 0,4 mL de NaOH 5%. Após uma hora de repouso, em ambiente escuro, as leituras foram procedidas, em espectrofotômetro, a 420 nm. O padrão utilizado, em ambas as metodologias foi o ácido gálico, sendo os resultados expressos em mg equivalente ácido gálico por 100 gramas (EAG 100 g⁻¹).

O teor de vitamina C foi avaliado pelo método colorimétrico, proposto por Strohecher & Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100g de amostra. A capacidade antioxidante dos produtos foi avaliada por quatro métodos distintos: Sistema β -caroteno/ácido linoleico, DPPH (IC50), ABTS e FRAP.

A determinação da atividade antioxidante pelo método β -caroteno/ácido linoleico foi realizada segundo a metodologia descrita por Rufino et al. (2006) e Duarte et al. (2006). Os resultados foram expressos em porcentagem de inibição da oxidação. Para a determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH foi utilizada a metodologia descrita por Rufino et

al. (2007)^b. Os resultados foram expressos IC₅₀ em g de amostra g⁻¹ de DPPH. A determinação da atividade antioxidante pelo método ABTS^{*+} foi realizada segundo a metodologia descrita por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) adaptada por Rufino et al. (2007)^a. Os resultados foram expressos em µmol de trolox g⁻¹ de amostra. A determinação da atividade antioxidante pelo método de Redução do Ferro (FRAP) foi feita segundo metodologia proposta por Rufino et al. (2006). Os resultados foram expressos em µM sulfato ferroso g⁻¹ de amostra.

Os extratos para identificação de compostos fenólicos por método cromatográfico foram preparados seguindo-se a metodologia descrita por Ramaiya et al. (2013), utilizando-se metanol 70%. A quantificação e identificação dos compostos fenólicos foi realizada em cromatógrafo líquido de alta eficiência (HPLC-DAD/UV-Vis) modelo Shimadzu (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão) equipado com quatro bombas de alta pressão (modelo LC-20AT), com um detector de arranjo de diodos (modelo SPD-M20A), desgaseificador (modelo DGU-20A5), interface de CBM-20A, forno CTO-20AC e amostrador automático (modelo SIL-20A). As separações foram realizadas usando uma coluna Shimadzu Shim-pack ODS GVP-C18 (4,6 x 250 mm, 5 mm) ligada a uma pré-coluna (Shimadzu-pack ODS GVP-C18, 4,6 x 10 mm, 5µm). A fase móvel constituiu-se de 2% (v/v) de ácido acético em água deionizada (Fase móvel A) e 70:28:2 (v/v) de metanol/água/ácido acético (Fase móvel B), a uma taxa de fluxo de 1,0 mL.min⁻¹ com um programa de eluição de gradiente e tempo de execução de 65 minutos. O volume de injeção foi de 20 µL. Os compostos fenólicos foram detectados a 280 nm. As soluções padrão foram diluídas em metanol e as curvas de calibração obtidas a partir de injeções de dez concentrações diferentes, em duplicata. Os compostos fenólicos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos picos amostrais com os de padrões disponíveis. Os resultados foram expressos em mg do composto fenólico.100g⁻¹ da amostra.

Para a determinação dos fatores antinutricionais das polpas e farinha de marolo, foram realizadas as análises de inibidor de tripsina, taninos, nitratos e compostos cianogênicos. A atividade do inibidor de tripsina foi determinada conforme AACC (2000). Os resultados foram expressos em unidades de tripsina inibida por miligrama de amostra (UTI mg⁻¹). Para a determinação de taninos, foi seguido o método de determinação de fenólicos de Fast blue (MEDINA, 2011), utilizando-se metanol P.A. como solvente extrator e ácido tânico como padrão. Os resultados foram expressos em mg de ácido tânico 100g⁻¹. A análise de nitratos foi feita segundo método colorimétrico, proposto por Cataldo et al.(1975) e expressa em µg NO₃⁻ g⁻¹ de amostra seca. Já para a determinação de ácido cianídrico (HCN), utilizou-se

metodologia de Haque & Bradbury (2002), que expressa os resultados, quando detectados, em $\mu\text{g HCN g}^{-1}$.

Todas as análises foram realizadas em seis repetições, sendo calculadas as médias e seus respectivos desvios-padrões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização físico-química

Os dados obtidos de pH, sólidos solúveis, acidez titulável, coloração, composição centesimal e fibra alimentar na polpa e farinha de marolo e na farinha de casca (mesocarpo externo + exocarpo) de pequi são expostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores médios \pm desvios padrões de pH, sólidos solúveis, acidez titulável, parâmetros de coloração (L^* , a^* , b^* , Cromo e ângulo hue – h°), composição centesimal e fibra alimentar (solúvel e insolúvel) de farinha e polpa de marolo e de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi

	Polpa de marolo	Farinha da polpa de marolo	Farinha da casca de pequi
pH	4,72 \pm 0,02	4,59 \pm 0,02	4,02 \pm 0,005
Sólidos solúveis (%)	17,56 \pm 0,59	52 \pm 4,24	35 \pm 3,51
Acidez Titulável (%)	0,47 \pm 0,07	1,41 \pm 0,07	2,84 \pm 0,10
L^*	77,49 \pm 0,12	62,02 \pm 0,32	49,17 \pm 1,13
a^*	9,00 \pm 0,14	16,75 \pm 0,15	6,67 \pm 0,15
b^*	37,94 \pm 0,19	32,54 \pm 0,32	24,4 \pm 0,53
Croma	38,99 \pm 0,22	36,60 \pm 0,34	25,29 \pm 0,5
h°	76,58 \pm 0,29	62,77 \pm 0,12	74,65 \pm 0,54
Umidade (g 100 g⁻¹)	73,34 \pm 1,61	12,34 \pm 0,37	9,61 \pm 0,14
Extrato etéreo (g 100 g⁻¹)	2,16 \pm 0,18	8,09 \pm 0,68	1,09 \pm 0,62
Proteína bruta (g 100 g⁻¹)	0,92 \pm 0,07	3,25 \pm 0,48	5,47 \pm 0,42
Cinzas (g 100 g⁻¹)	0,65 \pm 0,018	2,45 \pm 0,07	2,63 \pm 0,02
Fibra alimentar (g 100 g⁻¹)	7,63 \pm 0,7	28,63 \pm 2,80	44,79 \pm 3,76
Solúvel ((g 100 g⁻¹)	2,41 \pm 0,01	9,04 \pm 1,10	8,52 \pm 0,67
Insolúvel (g 100 g⁻¹)	5,14 \pm 0,04	19,30 \pm 2,11	34,72 \pm 3,67
Extrato não nitrogenado (g 100 g⁻¹)	15,3	45,24	36,41

Médias de 6 repetições
Dados na matéria integral

De acordo com a média de pH, a polpa e a farinha de marolo se enquadram na categoria de alimentos de baixa acidez (pH > 4,5). Dentre os microrganismos que podem vir a se desenvolver nesta faixa de pH, há maior propensão em haver crescimento de fungos e leveduras (JAY, LOESSNER & GOLDEN, 2005). O valor de pH se encontra próximo aos observados por Morais et al. (2017), Pimenta et al. (2014) e Silva, Vilas Boas e Xisto (2013), de 4,45, 4,45 e 4,5, respectivamente, para polpa de marolo. Em relação à farinha de marolo, encontra-se, na literatura, teores de pH de 4,74 (DUARTE et al., 2015) e 5,49 (CORRÊA et al., 2011).

Damiani et al. (2011) analisaram a porcentagem de acidez titulável do marolo e seus diferentes ácidos orgânicos e constataram o málico como majoritário. Sendo assim, este foi usado como ácido orgânico predominante para o cálculo de acidez titulável. Os valores aqui observados estão acima do obtido por Morais et al. (2017) (0,30% de ácido málico), próximos ao encontrado por Damiani et al. (2011) (0,50% de ácido málico) e abaixo do observado por Corrêa et al. (2011) (1,23% de ácido málico) e Cardoso et al. (2012), que utilizaram ácido

cítrico como padrão, obtendo valor de acidez titulável de 0,54%. Essas diferenças podem ser atribuídas à genética, à época de colheita, bem como às condições desuniformes de clima e solo, e à região da qual os frutos foram precedentes.

Houve um incremento nos valores de acidez titulável e de sólidos solúveis com o processo de secagem da polpa de marolo para obtenção da farinha, decorrente da eliminação de parte da água do produto, que conduz a uma concentração de açúcares e ácidos orgânicos. Os valores obtidos estão em concordância com os observados por Duarte et al. (2015), para polpa de marolo liofilizada, de 1,08% de acidez e 52,25% de sólidos solúveis.

Em relação ao teor de sólidos solúveis, ainda não existe um Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) para a polpa de marolo. Morais et al. (2017) comparam o teor de sólidos solúveis da polpa de marolo à polpa de graviola (*Annona muricata* L.), espécie da mesma família e gênero do marolo, cujo PIQ estabelecido pela legislação brasileira é de no mínimo, 9° brix (BRASIL, 2000). O valor de sólidos solúveis observado neste estudo está acima do PIQ estabelecido para a graviola, bem como do valor obtido pelos autores para a polpa de marolo (9,57°Brix). Já Cardoso et al. (2012) e Damiani et al. (2011) encontraram valores superiores de sólidos solúveis para a polpa de marolo, de 22,54° Brix e 21,4° Brix, respectivamente. Tais variações podem ser atribuídas, mais uma vez, à genética, ambiente e estágio de maturação.

Para a farinha da casca de pequi, observou-se um teor de pH ligeiramente mais baixo (4,02), o que o inclui no grupo de alimentos de média acidez, cujo pH é favorável ao desenvolvimento de leveduras (JAY, LOESSNER & GOLDEN, 2005). Os teores de sólidos solúveis e acidez titulável da farinha da casca do pequi foram inferiores e superiores, respectivamente, aos observados na farinha da polpa de marolo. Informações acerca do ácido orgânico predominante na casca de pequi não estão disponíveis na literatura. Rodrigues et al.(2015), em seu estudo acerca do desenvolvimento do pequi, utilizou o ácido cítrico como sendo o ácido orgânico predominante para o cálculo de acidez titulável da polpa de pequi. Logo, este foi utilizado para o cálculo de acidez titulável da farinha da casca de pequi.

A polpa e a farinha de marolo apresentaram coloração amarelo-alaranjada, que pode ser percebida pelos valores de h° e valores positivos de a^* e b^* , que indicam tendência à coloração vermelha e amarela, respectivamente. Pode-se dizer que a farinha apresentou uma coloração alaranjada mais intensa, enquanto a polpa apresenta mais tendência ao amarelo. Os valores de L^* b^* , Croma e hue foram superiores aos observados por Morais et al. (2017); 55,54, 31,36, 34,57 e 65,12, respectivamente. Já o valor de a^* está abaixo do valor 14,55

observado pelos mesmos autores. Corrêa et al. (2011), ao avaliarem a coloração de farinha da polpa de marolo, por dois métodos diferentes de secagem, observaram valores de L^* , Croma e hue de 88,13, 30,32 e 85,77 e 71,20, 37,91 e 73,60, respectivamente, para a farinha liofilizada e a farinha seca por ar quente. Nota-se que os valores de L^* e hue obtidos no presente estudo, para a farinha da polpa de marolo, encontram-se abaixo dos valores observados por esses autores, enquanto o valor de Croma é superior, indicando que a farinha obtida nas condições do presente estudo apresentou-se mais escura, com coloração alaranjada mais intensa e vívida.

Com relação à farinha de casca de pequi, esta se mostrou mais escura em relação à polpa e farinha de marolo, o que pode ser percebido pelo menor valor de L^* . Os valores a^* , b^* e $^{\circ}h$ da casca de pequi indicam tons esverdeados a amarelo-alaranjados. O valor de Croma indica opacidade da farinha.

Em resumo, o processamento da polpa de marolo e sua transformação em farinha promoveram o escurecimento do produto e mudança na tonalidade alaranjada, com perda de tons amarelos e ganhos de tons vermelhos. Já a farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi apresentou-se ainda mais escura que a farinha de marolo, mas com tonalidade alaranjada próxima ao da polpa do marolo.

No que se refere à umidade, ambas as farinhas apresentaram teores compatíveis com a legislação brasileira para farinhas, amido de cereais e farelos, que estabelece teor de umidade máxima de 15% (BRASIL, 2005). A polpa de marolo apresentou alta umidade, comum a polpa de frutos em geral, o que indica baixo rendimento na obtenção de farinha. O teor de umidade da polpa encontra-se próximo ao obtido por Cardoso et al. (2012), de 73,32 g 100 g⁻¹.

Em relação aos demais componentes centesimais, a farinha e a polpa de marolo se destacaram, principalmente, pelos teores de fibra alimentar e ENN. Os teores de proteína encontram-se próximos aos obtidos por Cardoso et al. (2012), Morais et al. (2017), Silva et al. (2009) e Damiani et al. (2011), para polpa de marolo, de 1,52 g 100g⁻¹, 1,12 g 100 g⁻¹, 1,10 g 100 g⁻¹ e 1,99 g 100 g⁻¹, respectivamente. O teor de extrato etéreo aqui encontrado para polpa de marolo encontra-se abaixo do obtido por Cardoso et al. (2013) (3,50 g 100 g⁻¹) e acima dos obtidos por Silva et al. (2009) e Morais et al. (2017), de 1,22 g 100 g⁻¹ e 1,06 g 100 g⁻¹, respectivamente, estando bem próximo ao encontrado por Damiani et al. (2011), de 2,36 g 100 g⁻¹. Com relação a farinha de marolo, Corrêa et al. (2011) encontrou valores de extrato etéreo e proteína bruta da ordem de 8,84 g 100 g⁻¹ e 7,6 g 100 g⁻¹ respectivamente, estando o teor de proteína superior e o de extrato etéreo bem próximo ao obtido no presente estudo. O teor de cinzas encontrado na polpa de marolo encontra-se acima do obtido por Cardoso et al. (2012) e

Morais et al. (2017), de 0,47 g 100 g⁻¹ e 0,42 g 100 g⁻¹, respectivamente, abaixo do observado por Siva et al. (2009), 0,76 g 100 g⁻¹. Para a farinha de marolo, tem-se que Corrêa et al. (2011) encontraram 3,44 g 100 g⁻¹ de cinzas em farinha de polpa de marolo obtida por secagem ao ar quente, teor superior ao observado neste estudo.

Quanto a fibra alimentar, a polpa de marolo apresentou teor da ordem de 7,63 g 100 g⁻¹ de fibra dietária total, valor acima do obtido por Cardoso et al. (2013), de 6,80 g 100 g⁻¹. Já a farinha do fruto apresentou um valor consideravelmente superior, de 28,63 g 100 g⁻¹, sendo 9,04 g 100 g⁻¹ solúvel e 19,30 g 100 g⁻¹ insolúvel. Este valor encontra-se acima do obtido por Côrrea et al. (2013), de 18,59 g 100 g⁻¹. Os autores, no entanto, também observaram uma maior proporção da fibra insolúvel, em relação a porção solúvel da fibra alimentar.

Em relação a porção glicídica, representada aqui pelo extrato não nitrogenado (ENN), Cardoso et al. (2012) encontraram, para polpa de marolo, teor próximo ao obtido por este estudo, 14,39 g 100 g⁻¹. Morais et al. (2017) analisaram o teor de açúcares totais de polpa de marolo e observaram um teor de 19,10 g 100 g⁻¹, maior que o obtido neste estudo. O teor de ENN obtido para a farinha de marolo foi inferior ao observado por Corrêa et al. (2011), de 80,04 g 100 g⁻¹. No entanto, estes autores não consideraram o teor de fibra para o cálculo do ENN, computando, portanto, o valor do ENN + fibra.

Comparando-se o teor de ENN com o teor de sólidos solúveis para a polpa e farinha de marolo, observa-se, em ambos os casos, maiores teores de sólidos solúveis (15 g 100 g⁻¹ de ENN contra 17,56% de sólidos solúveis, para polpa e 45,24 g 100 g⁻¹ de ENN contra 52% de sólidos solúveis, para a farinha). Essa diferença se deve, provavelmente, ao fato de a fibra solúvel não ser considerada como ENN, mas ser, pelo menos em parte, medida como sólidos solúveis. Se as fibras solúveis não tivessem sido incluídas no ENN, as diferenças entre ENN e sólidos solúveis, da polpa e da farinha de marolo, cairiam para 0,15% e 2,28%, respectivamente. Logo, nota-se que, apesar do teor de ENN ter sido maior que o de sólidos solúveis, a diferença é mínima, o que sugere baixa presença de amido e predominância de açúcares na fração glicídica. De fato, Silva et al. (2013), em seu estudo acerca do desenvolvimento do marolo *in natura*, verificaram que o teor de amido no marolo maduro foi em torno de 2%. Pode-se sugerir, portanto, que os marolos utilizados neste experimento estavam em um estágio de maturação mais avançado e, portanto, apresentaram baixo teor de amido. A farinha da casca de pequi destacou-se, também, pelo seu alto teor de fibra alimentar e ENN, superiores aos da farinha e polpa de marolo. O teor de proteína se encontra próximo aos encontrados na literatura: 4,42 g 100 g⁻¹ (CAMPOS et al., 2016); 5,76 g 100 g⁻¹

(BARBOSA, AMANTE, 2002); 5,59 g 100 g⁻¹ (SOARES JÚNIOR, 2010). O teor de extrato etéreo aqui encontrado, condiz com o obtido por Campos et al. (2016), de 0,82 g 100 g⁻¹. O teor de cinzas está bem próximo do obtido por Soares Júnior et al. (2010), Leão et al. (2017), de 2,86 g 100 g⁻¹ e 2,34 g 100 g⁻¹, respectivamente.

Ressalta-se que teor de fibra dietária da farinha de casca foi 56% maior que o da farinha de marolo. O resultado aqui obtido se encontra superior ao observado por Soares Júnior et al. (2010), de 38,02 g 100 g⁻¹, sendo bem próximo do resultado obtido por Leão et al. (2017), de 43,32 g 100 g⁻¹ de fibra total, 33,94 g 100 g⁻¹ de fibra insolúvel e 9,38 g 100 g⁻¹ de fibra solúvel.

Diferentemente da polpa e farinha de marolo, o teor de sólidos solúveis da farinha de casca de pequi foi semelhante ao teor de ENN, lembrando que a fibra solúvel não foi considerada como parte do ENN, mas pode ser contabilizada como sólidos solúveis. Assim, se a fibra solúvel tivesse sido contabilizada, o ENN saltaria de 36,41% para 44,93%, gerando uma diferença de aproximadamente 10% entre ENN e sólidos solúveis. Essa diferença pode ser atribuída à possível presença de amido, sólido insolúvel em água, na farinha da casca de pequi. Observa-se que ambas as farinhas, assim como a polpa, apresentaram maior proporção de fibra alimentar insolúvel. Segundo Wong e Jenkins (2007), essa tendência é observada para a maioria dos alimentos que contêm fibras, sendo estes constituídos de um terço de fibras solúveis e dois terços de insolúveis. As fibras insolúveis, como o próprio nome já diz, são insolúveis em água, exercendo papel fundamental na dieta humana, em especial na redução do tempo de trânsito intestinal e aumentando o volume fecal, levando à diminuição da constipação. Já as fibras solúveis provocam retardo no esvaziamento gástrico, na absorção da glicose e do colesterol, permitindo melhor controle dos níveis plasmáticos, promovendo redução do risco de doenças cardiovasculares e diabetes, além de contribuir com a saciedade (CUMMINGS et al., 2004).

É notável que a farinha da casca de pequi apresenta proporção fibra insolúvel: fibra solúvel altamente superior ao da farinha e da polpa de marolo. Isso é explicado pelo fato de que a fração insolúvel das fibras, celulose, lignina e algumas hemiceluloses, são encontradas em abundância na casca de frutos e vegetais, bem como na camada externa de grãos (BERNAUD & RODRIGUES, 2013; TUNGLAND & MAYER, 2002).

A recomendação diária de fibras estipulada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) é de no mínimo 25 g (WHO; FAO, 2003). O consumo de 100 g da farinha de marolo atingiria facilmente este valor. Se analisarmos a farinha de casca de pequi, o consumo de 55g

já seria o suficiente para atingir a recomendação diária. A polpa de marolo apresentou teor inferior de fibra alimentar em relação às farinhas, mas poderia servir como coadjuvante para atingir o valor recomendável do consumo de fibras.

Os altos teores de fibra alimentar e ENN apresentados pela polpa e farinha de marolo e pela farinha de mesocarpo externo +exocarpo de pequi, apontam essas matérias-primas como potenciais enriquecedores nutricionais de produtos alimentícios, seja por meio do incremento do teor de fibras ou pela redução do teor de açúcares. Uma vez que apresentaram altos teores de ENN e sólidos solúveis, podem contribuir para a doçura de preparações, reduzindo assim, a adição de açúcares nas mesmas.

Compostos fenólicos, vitamina C e capacidade antioxidante

Dentre os compostos presentes em frutas, com atividade antioxidante, destacam-se os compostos fenólicos e a vitamina C. Os primeiros estão envolvidos com o processo de defesa das plantas e, para a saúde humana, representam substâncias bioativas, podendo exercer funções relacionadas com a prevenção de doenças cardiovasculares, estresse oxidativo e doenças crônico-degenerativas, devido a sua ação antioxidante (IMEH & KHOKHAR, 2002; ROCHA et al., 2011). Já a vitamina C, além de exercer papel fundamental no metabolismo do ser humano, oferece suporte ao sistema imunológico, em virtude da sua propriedade antioxidante, ajudando a neutralizar os radicais livres nas células e desempenhando um importante papel no combate ao estresse oxidativo em doenças crônicas (KLASCO,2012; MCEVOY,2011). Logo, esses dois compostos estão diretamente relacionados com a capacidade antioxidante de alimentos.

Os teores de fenólicos totais, e capacidade antioxidante da polpa e farinha de marolo e da farinha da casca de pequi, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2- Valore médios \pm desvios padrões de fenólicos totais e atividade antioxidante de farinha e polpa de marolo e farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi por diferentes métodos

	Polpa de marolo	Farinha da polpa de marolo	Farinha da casca de pequi
Fenólicos totais Folin Ciocalteu (mg EAG 100 g⁻¹)	596,44 \pm 22,27	950,25 \pm 11,90	11242,41 \pm 130,03
Fenólicos totais Fast blue (mg EAG 100 g⁻¹)	109,54 \pm 10,23	599,99 \pm 8,11	6767,26 \pm 73,58
Vitamina C (mg ácido ascórbico 100 g⁻¹)	130,772 \pm 5,38	44,86 \pm 5,06	348,63 \pm 26,98
Atividade Antioxidante B-caroteno (% proteção)	79,76 \pm 1,61	74,03 \pm 0,15	98,22 \pm 1,34
Atividade Antioxidante DPPH EC50 (g amostra g⁻¹ DPPH)	32,08 \pm 2,09	14,26 \pm 0,61	46,94 \pm 6,18
Atividade Antioxidante ABTS (μg de trolox g⁻¹)	32,69 \pm 2,29	101,86 \pm 9,63	1274,50 \pm 111,31
Atividade Antioxidante FRAP (μM de sulfato ferroso g⁻¹)	147,70 \pm 5,71	253,59 \pm 70,10	3556,99 \pm 153,99
Atividade Antioxidante Complexo fosfomolibdenio (mg ácido ascórbico g⁻¹)	5,97 \pm 0,04	33,94 \pm 2,21	99,54 \pm 2,94

Média de seis repetições

O teor de fenólicos totais da farinha de marolo foi superior ao da polpa em ambas as metodologias de quantificação. Visto que o teor de umidade da polpa caiu de 73,34 g 100 g⁻¹ para 12,34 g 100 g⁻¹ na farinha, era esperada a concentração de fenólicos em função da desidratação ocorrida na estufa, como observado. Além disso, o processamento térmico ao qual a polpa foi submetida para a obtenção da farinha, pode também ter exercido efeito positivo na extração de compostos fenólicos. Embora haja tendência à perda de compostos fenólicos e atividade antioxidante pelo processamento térmico, o aumento desses compostos também é passível de se observar. Segundo Tabaraki et al. (2012), o aquecimento de extratos vegetais, entre 52 °C e 67 °C, pode promover a hidrólise de compostos fenólicos ligados (fenol – proteína ou polissacarídeo – fenol), aumentando, conseqüentemente, a sua

solubilidade. Cacace et al. (2002) também relataram que o aumento da temperatura influencia de forma positiva a extração de compostos fenólicos, pois aumenta sua solubilidade em solvente. Kim et al. (2006) observaram tal comportamento em sementes de uva, que apresentaram aumento no teor de compostos fenólicos, ao serem submetidas ao aquecimento. O teor de fenólicos da polpa de marolo foi superior ao observado por Morais et al. (2017) (221,61 mg EAG 100 g⁻¹) e inferior aos obtidos por Souza et al. (2012) (739,37 mg EAG 100 g⁻¹), Arruda, Pereira e Pastore (2017) (4670 mg EAG 100 g⁻¹) e Arruda et al. (2018) (2049 mg EAG 100 g⁻¹), considerando-se a determinação pelo método Folin Ciocalteu. Já para a farinha de marolo, encontra-se na literatura, considerando-se o mesmo método de determinação, valores inferiores aos obtidos no presente estudo, 596,3 mg EAG 100 g⁻¹ (CARAMORI; LIMA; FERNANDES, 2004). Este valor, no entanto, é condizente com o encontrado por meio do método de Fast blue, para a farinha de marolo. A discordância dos resultados encontrados na literatura pode ser atribuída, dentre outros fatores, às diferentes condições de extração e adaptações nas metodologias de quantificação de fenólicos totais, tais como o uso de diferentes solventes, diferentes temperaturas, número distinto de re-extrações, dentre outras, além, é claro, por diferenças naturais da matéria-prima.

A farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi também apresentou teores elevados de compostos fenólicos totais, entretanto, muito superiores aos observados na polpa e farinha de marolo, independente da metodologia utilizada. Os teores de compostos fenólicos aqui mostrados para a farinha da casca de pequi encontram-se próximos aos relatados por Leão et al. (2017), de 17420 mg EAG 100 g⁻¹ e acima daqueles obtidos por Siqueira et al. (2013), de 8560 mg EAG 100 g⁻¹ e Pires et al. (2016), de 1802,49 mg EAG 100g⁻¹, determinações realizadas pelo método de Folin Ciocalteu.

Segundo Vasco et al. (2008), as frutas podem ser classificadas em três categorias, dependendo da quantidade de compostos fenólicos totais: baixo (<100 mg EAG 100 g⁻¹), intermediário (100-500 mg EAG 100 g⁻¹) e alto nível (> 500 mg EAG 100 g⁻¹). De acordo com os dados obtidos no presente estudo, a de marolo se enquadra na segunda categoria, de acordo com o resultado obtido pelo método Fast Blue, e na terceira categoria se levarmos em consideração o resultado obtido pelo método de Folin Cicalteu. Já as farinhas de marolo e de casca de pequi se enquadram na terceira categoria, com altos níveis de compostos fenólicos, a despeito da metodologia utilizada.

Ressalta-se que a classificação de Vasco et al., foi criada em uma época em que o método de Folin Ciocalteu era considerado referência, sendo até hoje o mais utilizado pelos

pesquisadores na determinação de fenólicos totais, apesar de sua baixa especificidade. Sendo assim, a polpa e a farinha de marolo e a farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, deveriam ser classificadas com base no método de Folin Ciocalteau, ou seja, com alto nível de fenólicos.

Nota-se que os valores de fenólicos totais obtidos pelo método de Folin Ciocalteau foram superiores àqueles obtidos pelo método de Fast Blue, para os três produtos. Isso pode ser explicado pelo fato de que o método de Folin Ciocalteau, por se basear em um processo de redução, pode ter seu resultado superestimado por outros componentes redutores não fenólicos, como o ácido ascórbico, os açúcares redutores e alguns aminoácidos. Tal reação não ocorre no método de Fast Blue, que é baseado na formação de compostos azo estáveis com os grupamentos hidroxila dos compostos fenólicos, o que sugere uma melhor especificidade se comparado com o Folin Ciocalteau (MEDINA, 2011). No entanto, não se pode afirmar com precisão qual o método mais robusto para a determinação de fenólicos nesse tipo de matriz alimentar, tornando-se necessárias, investigações acerca dos possíveis interferentes.

A polpa de marolo apresentou alto teor de vitamina C, sendo que 100 g seriam suficientes para cobrir as necessidades para todas as faixas etárias (15 a 90 mg/dia), incluindo gestantes (85 mg/dia) e lactantes (120 mg/dia) (DIETARY REFERENCE INTAKES, 2011). Não há um Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) de vitamina C específico para polpa de marolo. A polpa de graviola (*Annona muricata* L.), espécie pertencente ao mesmo mesmo gênero e família que o marolo, apresenta um PIQ para vitamina C de, no mínimo, 10 mg 100g⁻¹ (MORAIS et al., 2017; BRASIL, 2000). O valor de ácido ascórbico aqui obtido para a polpa de marolo é superior àqueles observados por Morais et al. (2017), SILVA (2013), Souza et al. (2012), Cardoso et al. (2011), e Damiani et al. (2011), de 5,27 mg100g⁻¹, 40 mg 100g⁻¹, 59,05 mg 100g⁻¹, 5,23 mg 100g⁻¹, e 9,5mg 100g⁻¹, respectivamente. A discrepância do valor aqui observado, em relação à literatura, pode ser atribuída às diferentes regiões de procedência dos frutos, com impactos genéticos e edafo-climáticos e ao estágio de maturação, uma vez que a vitamina C é um composto biologicamente ativo altamente instável, sendo propenso facilmente a perdas (TEIXEIRA; MONTEIRO, 2004). Houve redução dos teores de ácido ascórbico do marolo, ao ser submetido ao processo de secagem para a obtenção da farinha. Isso é atribuído ao fato de que a vitamina C é termolábil, portanto, altas temperaturas podem acarretar em perdas dessa vitamina. No entanto, a farinha ainda apresentou valores consideráveis de ácido ascórbico, 44,86 mg 100g⁻¹, sendo, que 100 g seriam o suficiente para

garantir metade da recomendação de consumo para um homem adulto (90 mg/dia) e cobriria o total recomendado para crianças de 1 a 13 anos (15 a 45 mg/dia) (DIETARY..., 2011).

A farinha da casca de pequi apresentou um teor de ácido ascórbico elevado, 348,63 mg de ácido ascórbico 100g^{-1} , superior ao da polpa e farinha de marolo. Rodrigues et al. (2015), ao avaliarem o desenvolvimento do pequi *in natura*, observaram um teor máximo de vitamina C na polpa, de 98,84 mg de ácido ascórbico 100g^{-1} . Nota-se que o teor de vitamina C da farinha do mesocarpo externo + exocarpo do pequi, obtido neste estudo, é 3,5o observado no mesocarpo interno, que é comumente consumido. Isso evidencia ainda mais os benefícios de se aproveitar porções normalmente negligenciadas dos frutos, que possuem elevado potencial nutricional e funcional.

Segundo Ramful et al. (2011), os alimentos em geral, podem ser classificados em três categorias com base em seus teores de vitamina C: baixa ($<30\text{ mg }100\text{g}^{-1}$), média ($30\text{-}50\text{ mg }100\text{g}^{-1}$) e alta ($>50\text{ mg }100\text{g}^{-1}$). Na segunda categoria se enquadra a farinha de polpa de marolo, enquanto a polpa de marolo e farinha da casca de pequi se enquadram no terceiro grupo.

Para determinar a atividade antioxidante de um alimento, é recomendável que se utilize duas ou mais técnicas diferentes, uma vez que as metodologias disponíveis para a análise antioxidante em alimentos se baseiam em diferentes princípios, e existe uma complexidade muito grande nas diferentes matrizes alimentares, não havendo um consenso acerca de uma “metodologia universal” (ALVES et al., 2010; PRIOR, 1999; CHOI et al., 2002). Para a avaliação da atividade antioxidante da polpa e farinha de marolo e farinha da casca de pequi, neste trabalho, foram utilizadas cinco metodologias distintas, Sistema β -caroteno/ácido linoleico, DPPH (IC50), ABTS, FRAP e Complexo Fosfomolibdênio.

Com exceção ao sistema β -caroteno/ácido linoleico, a real atividade antioxidante da farinha de marolo foi superior a da polpa, ressaltando-se que no caso do DPPH EC50, quanto menores os valores maior a real atividade antioxidante. Os resultados observados indicam, indicam que o processamento térmico, assim como ocorreu para o teor de fenólicos, exerceu um efeito positivo na quantificação de antioxidantes, seja concentrando os compostos antioxidantes, em função da desidratação, seja aumentando sua solubilidade. Apesar da metodologia utilizada, tanto a polpa como a farinha de marolo apresentaram considerável potencial antioxidante.

O método do sistema β -caroteno/ácido linoleico baseia-se na oxidação (descoloração) do β -caroteno, induzida pelos produtos da degradação oxidativa do ácido linoleico, ou seja, o

método avalia a atividade de proteção do sistema contra oxidação de radicais livres gerados durante a peroxidação do ácido linoleico (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006; SILVA, BORGES & FERREIRA, 1999). De acordo com Hassimoto, Genovese e Lajolo (2005), a capacidade antioxidante pelo sistema o β -caroteno/ácido linoleico é classificada como: i) níveis elevados (>70% de proteção); ii) intermediário (40-70% de proteção) e iii) baixo (<40% de proteção). Tanto a farinha quanto a polpa de marolo se enquadram no primeiro grupo, indicando excelente capacidade antioxidante.

Os valores de DPPH (EC50) encontram-se próximos aos obtidos por Morais et al. (2017), de 37,59 mg/mL, para polpa de marolo. Vale lembrar, que o valor de EC50 corresponde à quantidade de produto necessária para inibir em 50% a atividade do radical DPPH, portanto, a capacidade antioxidante do produto, nesse método, é inversamente proporcional ao valor final (SOUSA et al, 2007). Assim, os baixos valores observados no método DPPH sugerem alta atividade antioxidante, mais pronunciada na farinha.

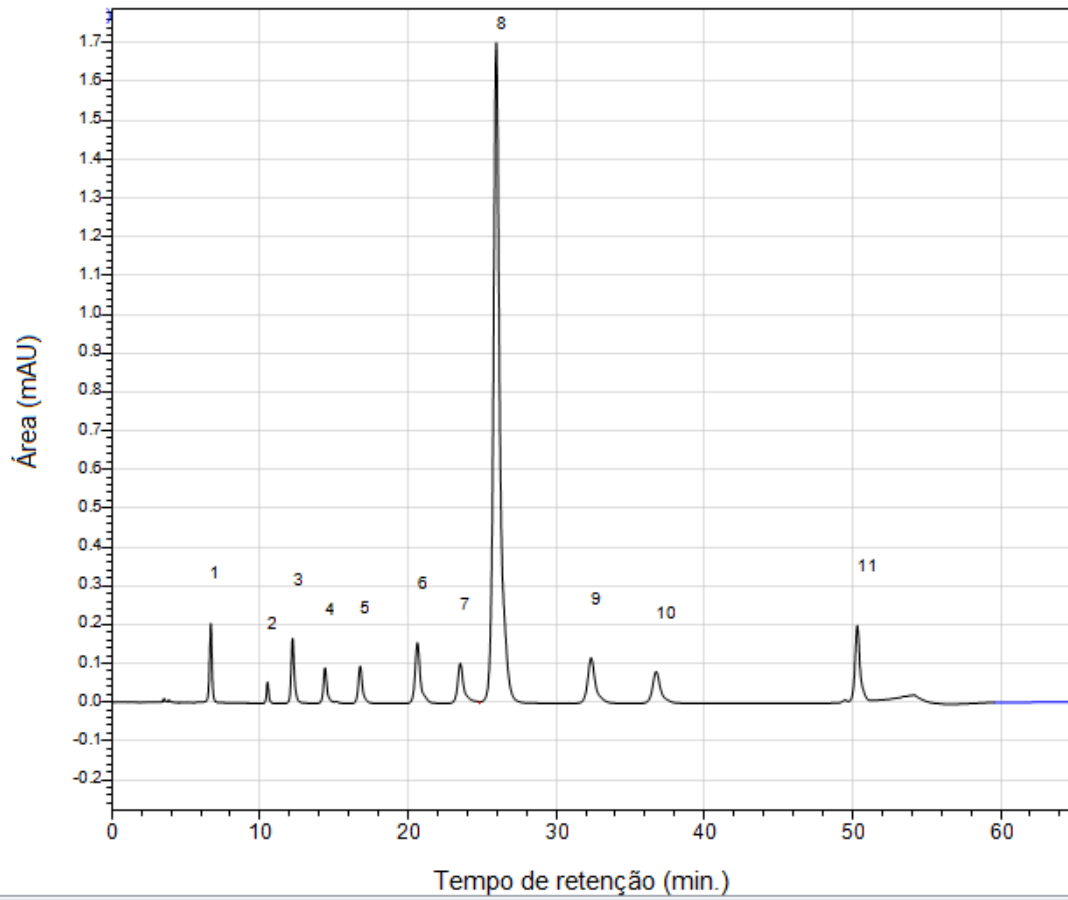
Assim como o DPPH, o método de ABTS se baseia na capacidade antioxidante da amostra de capturar um radical livre, no caso, o ABTS (MAGALHÃES et al., 2008; PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURA-CALIXTO, 2006). Uma vez que a capacidade antioxidante, neste método, é comparada a um padrão (Trolox), quanto maiores os valores, maior será a atividade antioxidante da amostra. Para essa metodologia, a farinha de marolo apresentou mais que o dobro do valor da polpa.

O método FRAP (Poder de Redução do Ferro) avalia a atividade antioxidante da amostra por meio de sua capacidade de redução, mais precisamente da redução do complexo férrico-tripiridiltriazina (FeIII-TPZ) a complexo ferroso (FeII-TPZ) (BENZIE & STRAIN, 1996). Logo, a atividade antioxidante da amostra é positivamente proporcional à quantidade de complexo ferroso (μM sulfato ferroso g^{-1}) formada. Para essa metodologia, a farinha de marolo, mais uma vez, se sobressaiu perante a polpa.

A farinha da casca de pequi apresentou maior atividade antioxidante que a polpa e farinha de marolo, à exceção do método de DPPH. A proteção do sistema β -caroteno/ácido linoleico foi de quase 100%, enquanto o resultado do método DPPH indica que são necessários 47g da farinha para inibir o radical em 50%. Os valores de equivalente trolox (ABTS) e sulfato ferroso (FRAP) foram elevados, em relação à polpa e à farinha de marolo. Os resultados obtidos para a farinha da casca de pequi para ABTS, DPPH-IC50 e FRAP estão bem próximo dos observados por Leão et al. (2017), de 1154,42 μg de trolox g^{-1} , 44,43g farinha g^{-1} DPPH e 3216,27 μg de sulfato ferroso g^{-1} , respectivamente.

Compostos fenólicos presentes na polpa e farinha de marolo e na farinha da casca de pequi foram identificados por cromatografia. A Figura 1 se refere ao cromatograma dos padrões utilizados na análise de perfil de fenólicos. Já na Tabela 3 são expostos os compostos fenólicos identificados e seus respectivos teores, para a polpa e farinha de marolo e a farinha da casca de pequi.

Figura 1- Cromatograma de padrões de fenólicos



(1) ácido gálico; (2) catequina; (3) ácido clorogênico; (4) ácido cafeico; (5) vanilina; (6) ácido p-cumárico; (7) ácido ferrúlico; (8) ácido m-cumárico; (9) ácido o-cumárico; (10) resveratrol; (11) ácido transcinâmico

Tabela 3- Valore médios \pm desvios padrões de compostos fenólicos de polpa e farinha de marolo e de farinha da casca de pequi

Composto fenólico (mg 100 g ⁻¹)	Polpa de marolo	Farinha da polpa de marolo	Farinha da casca de pequi
Ácido gálico	0,081 \pm 0,004	2,89 \pm 0,03	250,60 \pm 11,34
Catequina	10,91 \pm 2,75	24,86 \pm 3,07	-
Ácido clorogênico	2,16 \pm 0,48	0,353 \pm 0,05	0,540 \pm 0,03
Ácido cafeico	4,65 \pm 0,23	5,23 \pm 0,44	-
Vanilina	0,034 \pm 0,008	0,140 \pm 0,002	0,119 \pm 0,018
Ácido p-cumárico	-	0,088 \pm 0,012	-
Ácido ferrúlico	0,036 \pm 0,003	0,354 \pm 0,06	-
Ácido m-cumárico	-	-	-
Ácido o-cumárico	-	-	3,50 \pm 0,24
Resveratrol	-	-	-
Ácido trans-cinâmico	-	0,222 \pm 0,007	-

Médias de quatro observações

Dos compostos fenólicos analisados, foram identificados seis na polpa de marolo, oito na farinha de marolo e quatro na farinha da casca de pequi.

Na polpa de marolo foram observadas as presenças de ácido gálico, catequina, vanilina e dos ácidos clorogênico, cafeico e ferrúlico, sendo que a catequina foi o composto fenólico predominante, seguida do ácido cafeico e do ácido clorogênico. Já para a farinha de marolo, além dos compostos presentes na polpa, foram identificados ainda, ácido p-cumárico e ácido trans-cinâmico. Além disso, à exceção do ácido clorogênico, observou-se aumento dos teores dos demais fenólicos presentes na polpa, na farinha do fruto. Esse resultado é condizente com o observado para fenólicos totais, em que a farinha de marolo apresentou teores superiores aos da polpa. Sugere-se que a temperatura a qual a polpa foi submetida para o processo de obtenção da farinha, favoreceu a extração dos compostos fenólicos, e, portanto, verificou-se a presença de dois compostos a mais na farinha, além do incremento nos teores de alguns outros. Os compostos fenólicos majoritários na farinha de marolo foram a catequina, seguida pelos ácidos cafeico e gálico. Arruda et al. (2018) também definiram a catequina como sendo o composto fenólico majoritário em polpa de marolo, embora tenham obtido valores distintos do presente estudo (76,84 mg 100 g⁻¹). Assim como aqui observado, os autores também identificaram a presença dos ácidos clorogênico (4,34 mg 100 g⁻¹), caféico (12,43 mg 100g⁻¹) e ferrúlico (5,37 mg 100 g⁻¹).

Com relação à farinha da casca de pequi, foram identificados os ácidos gálico, clorogênico e o-cumárico, além de vanilina, sendo o fenólico predominante. Rocha et al. (2015), ao identificarem os compostos fenólicos presentes em extratos aquosos e alcoólicos de casca de pequi, também identificaram o ácido gálico como sendo o fenólico predominante, com teor na ordem de 26,54 mg g⁻¹ de matéria seca. Roesler et al. (2008) relataram ainda, que o ácido gálico é um dos principais compostos fenólicos presentes em extratos etanoicos de pequi.

Os compostos fenólicos que se destacaram na farinha e polpa de marolo e na farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi foram, de forma geral, o ácido gálico, a catequina e o ácido cafeico.

O ácido gálico é um polifenol presente em várias frutas, hortaliças e produtos derivados. É descrito na literatura como um poderoso antioxidante natural, capaz de eliminar espécies reativas de oxigênio, como aniões superóxido, peróxido de hidrogênio e radicais hidroxila (POLEWSKI et al., 2002; YEN et al., 2002). Vários estudos atribuem a esse composto propriedades anticancerígenas, antiangiogênicas e antimicrobianas (CHANWITHEESUK et al., 2007; CHEN et al., 2009; LU et al., 2010; YOU & PARK, 2010; HSEU et al., 2011).

As catequinas integram o grupo dos flavonóides, um dos principais e mais abundantes grupos de compostos fenólicos (OLIVEIRA & BASTOS, 2011). São consideradas poderosos antioxidantes, inibindo os danos causados ao DNA pelas espécies reativas de oxigênio, a imunossupressão e a inflamação cutânea induzida pelos raios UV (GUARATINI et al., 2007). Chanadiri et al. (2005) e Nagao et al. (2005) observaram, em estudos *in vivo*, efeito das catequinas na diminuição do colesterol total, triglicerídeos, LDL e gordura visceral total.

Já o ácido cafeico é um dos hidroxicinamatos mais amplamente distribuídos e pode ser encontrado em diversas formas como ésteres e amidas (FU et al., 2010). Possui atividade antioxidante contra radicais livres e danos causados pela luz UV. Além disso, são atribuídas a estes compostos, atividade anti-hipertensiva, antifibrótica, antiviral, antitumorígenica (PRASAD et al., 2010).

A presença de fatores antinutricionais foi avaliada na polpa e farinha de marolo e farinha da casca do pequi (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores médios \pm desvios padrão de compostos antinutricionais em polpa e farinha de marolo e farinha da casca de pequi

	Polpa de marolo	Farinha da polpa de marolo	Farinha da casca de pequi
Taninos (mg ácido tânico 100 g⁻¹)	1021,86 \pm 1,59	2782,64 \pm 323,03	15937,87 \pm 730,21
Nitratos (μg NO₃ g⁻¹)	375,11 \pm 24,29	1407,03 \pm 91,13	2785,55 \pm 319,33
Inibidor de tripsina	-	-	-
Compostos cianogênicos	-	-	-

Médias de 6 observações

Embora integrem o grupo de compostos fenólicos, que apresentam propriedades antioxidantes e terapêuticas, os taninos são considerados como antinutrientes, devido ao efeito adverso que estes compostos tem, de complexar com as proteínas da dieta, tornando-as insolúveis e inativando enzimas (DELFINO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010; XU; CHANG, 2010). Considerando que este metabólito é termoestável, ou seja, não é eliminado com o processamento doméstico de alimentos, pode tornar-se prejudicial a humanos.

O método de Folin-Denis foi, durante muitos anos, o método colorimétrico mais recomendado para detecção de taninos em alimentos. Entretanto, este método apresenta algumas limitações, uma vez que não faz distinção entre compostos fenólicos e outros materiais redutores ou antioxidantes, como o ácido ascórbico, que podem formar precipitados, interferindo na leitura espectrofotométrica (BARBOSA, 2014). O método de Folin Ciocalteau, como já mencionado neste estudo, tem a mesma falta de especificidade, por também se basear em um processo de redução. Segundo a literatura, e como pode ser observado no presente estudo, na análise de fenólicos totais, o método de Fast Blue parece ser mais específico para fenólicos totais, havendo menor superestimação dos resultados (MEDINA, 2011). De fato, realizou-se a análise de taninos pelos três métodos citados. Os resultados obtidos pelos métodos de Folin Denis e Folin Ciocalteau foram superestimados (dados não expostos no trabalho), não apresentando coerência com a literatura, tampouco com a composição centesimal das farinhas e da polpa aqui estudadas. Portanto, optou-se por utilizar os resultados obtidos pelo método de Fast Blue.

Assim como ocorreu com o teor de fenólicos totais, a desidratação e o aquecimento da polpa de marolo para obtenção de farinha, promoveram incremento nos teores de taninos. O

teor de taninos da farinha da casca de pequi foi superior ao da polpa e farinha de marolo. Esse resultado é coerente, uma vez que cascas de frutos possuem maior tendência em apresentar altos teores de compostos fenólicos, especialmente taninos e ligninas (SIQUEIRA et al., 2013).

Embora os resultados de taninos obtidos pelo método de Fast blue tenham sido inferiores aos das metodologias de Folin Denis e Folin Ciocalteu, eles são maiores que os teores de fenólicos totais, obtidos pela mesma metodologia. Essa diferença de valores pode ser atribuída ao uso de diferentes solventes (metanol 50% + acetona 70%, para a determinação de fenólicos totais e metanol P.A., para a determinação de taninos), bem como às diferenças no processo de extração. A extração de fenólicos totais se dá a frio, enquanto a extração de taninos é a quente, o que pode favorecer a extração de compostos fenólicos. Esses resultados sinalizam a incapacidade de se definir uma metodologia colorimétrica universal e altamente específica para a determinação de fenólicos, indicando a necessidade de estudos acerca das inúmeras variáveis que interferem no resultado final desse tipo de análise.

Os nitratos estão presentes em todas as plantas e são fontes essenciais de nitrogênio para seu crescimento normal. No ser humano, interferem no metabolismo da vitamina A e nas funções da glândula tireóide, podendo ser reduzidos a nitrito no organismo e, após absorvidos, originar cianoses devido a formação de metamioglobina, ou ainda, reagir com aminas secundárias e terciárias formando composto N-nitrosos, potencialmente carcinogênicos (LOPES et al., 2009; GUADAGNIN, 2004). De acordo com Corré e Breimer (1979), os alimentos podem ser classificados em cinco grupos em relação ao seu teor de nitratos: grupo 1: vegetais com menos que $200 \mu\text{g NO}_3 \text{ g}^{-1}$; grupo 2: vegetais com menos que $500 \mu\text{g NO}_3 \text{ g}^{-1}$; grupo 3: vegetais com níveis de nitrato de até $1000 \mu\text{g NO}_3 \text{ g}^{-1}$; grupo 4: vegetais com menos que $2500 \mu\text{g NO}_3 \text{ g}^{-1}$; grupo 5: vegetais com níveis de nitrato mais altos que $2500 \mu\text{g NO}_3 \text{ g}^{-1}$. A farinha e a polpa de marolo integram, respectivamente, o grupo 2 e o grupo 4. Já a farinha da casca de pequi integra o 5º grupo, com altos teores de nitrato. O consumo máximo de nitrato estipulado pela FAO/WHO (1995), e também é adotado no Brasil, é de $3,7 \text{ mg kg}^{-1}$ dia. Sendo assim, um adulto de 70 kg poderia consumir até 600 g da polpa de marolo, 180 g da farinha de marolo e 90 g da farinha de casca de pequi para atingir os valores máximos de consumo de nitrato. Já uma criança com peso médio de 25 kg, poderia consumir um máximo de 245 g de polpa de marolo, 65 g de farinha de marolo e 30 g de farinha de casca de pequi. Visto que o principal intuito deste estudo é estimular o uso desses frutos e suas farinhas no

enriquecimento de produtos, as quantidades utilizadas não seriam tão altas, portanto, dificilmente o consumo de tais produtos acarretaria em uma intoxicação por nitrato.

Os inibidores de enzimas digestivas são encontrados com bastante frequência nos alimentos. Entre os mais conhecidos estão os inibidores de enzimas proteolíticas, como os inibidores de tripsina (RAMÍREZ-CÁRDENAS; LEONEL; COSTA, 2008). Esses compostos apresentam a especificidade de inibir as enzimas proteolíticas e, conseqüentemente, reduzem a digestão proteica dos alimentos (MONTEIRO et al., 2004). No presente estudo, não foi observada a presença de inibidor de tripsina em nenhum dos três produtos. O emprego de tratamento térmico (calor) é eficaz na diminuição ou mesmo inativação completa da atividade dos inibidores de tripsina (CRANCIANINOV et al.). SIQUEIRA et al. (2013), ao estudarem o efeito de diferentes tempos de imersão da casca de pequi em água, para posterior obtenção de farinha, observaram atividade de inibidor de tripsina no tratamento em que não houve a imersão (1,50 U.I.), sendo que a partir de 24 horas de imersão, a atividade foi extinta. O branqueamento ao qual a casca de pequi foi submetida, neste estudo, bem como a exposição a alta temperatura na estufa, pode ter contribuído para a inativação da atividade do inibidor de tripsina.

Os glicosídeos cianogênicos são produtos do metabolismo das plantas, fazendo parte de seu mecanismo de defesa (TOKARNIA et al., 1999). A eles encontra-se ligado o ácido cianídrico (HCN), composto com atividade altamente tóxica, que quando liberado por ação de enzimas inerentes às plantas, pode provocar intoxicações crônicas e agudas, caso consumido ou até mesmo inalado (CHISTÉ et al., 2006; NAVES et al., 2010). O cianeto também apresenta notável poder tóxico pelo fato de ser um potente inibidor da citocromo oxidase, o que resulta no bloqueio da cadeia de transporte de elétrons durante o processo de respiração celular (NAVES et al., 2010). Com base nas análises realizadas, a hipótese de presença de ácido cianídrico na polpa e farinha de marolo e farinha do mesocarpo externo + exocarpo de pequi, foi descartada.

Logo, os resultados obtidos no presente trabalho sublimam o potencial nutricional e funcional da polpa e farinha de marolo e farinha da casca do pequi, podendo se tornar importantes ingredientes no enriquecimento de produtos alimentícios. A exploração científica e agregação de valores aos frutos do Cerrado é fundamental para divulgação e expansão desses frutos no cenário mundial, bem como na criação de alternativas sustentáveis de geração de renda e preservação do meio ambiente.

CONCLUSÕES

A polpa e a farinha de marolo, assim como a farinha da casca de pequi apresentam alto potencial nutricional e funcional, evidenciado pelos teores de fibra alimentar, vitamina C e capacidade antioxidante.

O tratamento térmico ao qual a polpa de marolo foi submetida, para obtenção de farinha, não acarreta em prejuízos nas propriedades funcionais do fruto, havendo, em alguns casos, efeito positivo.

Verifica-se a presença de dois compostos antinutricionais na farinha e polpa de marolo e na farinha da casca de pequi, taninos e nitratos.

Confirma-se o potencial da polpa e farinha de marolo, bem como da farinha da casca de pequi na alimentação humana, como possíveis ingredientes agregadores de valor nutricional e funcional de produtos alimentícios.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. P.; SILVA, J. A. Piqui e buriti: Importância alimentar para a população dos Cerrados. Planaltina: **EMBRAPA-CPAC**, 38p., 1994.

ALMEIDA, S.P. Frutas nativas do Cerrado: caracterização físico-química e fonte potencial de nutrientes. In: Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, DF: **Embrapa-CPAC**, p.247-281, 1998.

ALVES, C. Q. et al. Métodos para determinação de atividade antioxidante *in vitro* em substratos orgânicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n.10, p.2202-2210, 2010.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists**. 9. ed. Saint Paul: AACC, v.2, 1995.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists**. 9. ed. Saint Paul: AACC, 1976.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). **International Approved Methods**, 11th ed. AACC International, St Paul, 2000.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos: uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n. 1, p. 232-240, 2007.

ARRUDA, H.S.; PEREIRA, G.A.; DE MORAIS, D.R.; EBERLIN, M.N.; PASTORE, G.M. 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 Chem.**, v.15, n.245, p.738-749, 2018

ARRUDA, H.S.; PEREIRA, G.A.; PASTORE, G.M. Optimization of Extraction Parameters of Total Phenolics from *Annona crassiflora* Mart. (Araticum) Fruits Using Response Surface Methodology. **Food Anal. Methods**, v.10, p.100–110, 2017.

BARBOSA, N.C. Uma revisão bibliográfica dos fatores antinutricionais: taninos, inibidores de proteases e lectinas. 2014. 87p. **Trabalho de conclusão de curso** (Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Anápolis, 2014.

BARBOSA, R. C. M. V.; AMANTE, E. R. Caracterização físico-química da farinha de casca de pequi (*Caryocar brasiliensis*), Porto Alegre, RS, 2002. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBCTA, p. 1528-1531, 2002.

BENEVIDES, C.M.J.; SOUZA, M.V.; SOUZA, R.D.B.; LOPES, M.V. Fatores antinutricionais em alimentos: Revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v.18, n.2, p.67-79, 2011.

BERNAUD, F. S. R., & RODRIGUES, T. C. (2013). Fibra alimentar--ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v.57, n.6, p.397-405. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0004-27302013000600001>>. PMID:24030179>. Acesso em 20 jan. 2018.

BEUCHLE, R.; GRECCHI, R.C.; SHIMABUKURO, Y.E.; SELIGER, R.; EVA, H.D.; SANO, E.; ACHARD, F. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. **Appl. Geogr.**, v.58, p.116–127, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento. Instrução Normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2000. Seção I, p. 54-58.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº. 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. 2005. Disponível em: <<https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjIwMw%2C%2C>>. Acesso em 15 jan. 2018.

CACACE, J.E.; MAZZA, G. Extraction of anthocyanins and other phenolics from black currants with Sulfured Water. **J. Agric. Food Chem**, v. 50, p. 5939-5946, 2002.

CAMPOS, R.P.; SILVA, M.J.F.; SILVA, C.S.; FRAGOSO, M.R.; CANDIDO, C.J. Elaboração e Caracterização de Farinha da Casca de Pequi. 2º Seminário de Agroecologia da América do Sul, 16-19 de novembro de 2016. **Anais..** Dourados-MS, 2016. Disponível em <<http://www.cpaembrapa.br/cds/agroecol2016/PDFs/Trabalhos/Elabora%C3%A7%C3%A3o%20e%20Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20de%20Farinha%20da%20Casca%20de%20Pequi.pdf>>. Acesso em 20 jan. 2018.

CARAMORI, S. S.; LIMA, C. S.; FERNANDES, K. F. Biochemical characterization of selected plant species from Brazilian savannas. **Brazilian Archives of Biology and**

Technology, v. 47, n. 2, p. 253-259, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132004000200013>>. Acesso em 27 jan. 2018.

CARDOSO, L.M.; OLIVEIRA, D.S.; BEDETTI, S.F.; MARTINO, H.S.D.; PINHEIRO SANT'ANA, H.M. Araticum (*Annona crassiflora* Mart.) from the Brazilian Cerrado: chemical composition and bioactive compounds. **Fruits**, v.68, n.2, p.121-134, 2012.

CASTRO, D. S. D.; SOUSA, E. P. D.; NUNES, J. S.; SILVA, L. M. D. M.; MOREIRA, I. D. S. Caracterização física e físico-química de polpa de buriti (*Mauritia flexuosa*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.9, n.2, p.117-120, 2014.

CATALDO, D.A.; HAROON, M.; SCHRADER, L.E.; YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.6, p.71-80, 1975.

CHÉVEZ POZO, O. V. **O pequi (*Caryocar brasiliense*): uma alternativa para o desenvolvimento sustentável do Cerrado no Norte de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 97 p.,1997.

CHISTÉ, R.C.; COHEN, K.O.; MATHIAS, E.A.; RAMOA JUNIOR, A.G.A. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Ciênc. Tecnol Aliment.**, v.26, n.4, p.861-864, 2006.
CHOI, C. W. et al. Antioxidant activity and free radical scavenging capacity between korean medicinal plants and flavonoids by assay-guided comparison. **Plant Science**, v. 163, n. 6, p. 1161-1168, 2002.

CORRÊA, S.C.; CLERICI, M.T.P.S.; GARCIA, J.S.; FERREIRA, E.B.; EBERLIN, M.N.; AZEVEDO, L. Evaluation of dehydrated marolo (*Annona crassiflora*) flour and carpels by freeze-drying and convective hot-air drying. **Food Research International**, v.44, p.2385–2390, 2011.

CORRÊA, S.C.; REZENDE, M.L.; FERREIRA, E.B.; AZEVEDO, L. Marolo (*Annona crassiflora* Mart.): a study of value chain and processing. **Food Sci. Technol**, v.33, n.2, p.362-368, Apr.-June 2013.

CRANCIANINOV, W.S. ; SANTANA, A.C. ; FREITAS, A.M. ; MANDARINO, J.M.G. ; BENASSI, V.T. Determinação do inibidor de tripsina de kunitz em soja crua e tratada de cultivares brasileiras. **Embrapa Soja Documentos**. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/469406/1/ID26421.pdf>>. Acesso em 27 jan. 2018.

CUMMINGS, J. H.; EDMOND, L. M.; MAGEE, E. A. Dietary carbohydrates and health: do we still need the fibre concept. **Clinical Nutrition Supplements**, v.1, n.2, p.5-17, 2004.

SILVA, E.P ; SIQUEIRA, H. H ; DO LAGO, R.C. ; ROSELL, C. M ; VILAS BOAS, E.V.B. Developing fruit-based nutritious snack bars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, p. 52-56, 2014.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. de B. ; ASQUERI, E.R. ; LAGE, M.E. ; OLIVEIRA, R. A. ; SILVA, F.A. da ; PINTO, D. M.; RODRIGUES, L. J.; SILVA, É. P.; PAULA, N. R. F. de .

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

DELFINO, R.A.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Interação de polifenóis e proteínas e o efeito na digestibilidade protéica de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Pérola. **Ciênc Tecnol Aliment.**, v.30, n.2, p.308-312, 2010.

DELLA LUCIA, F. ; FERREIRA, E. B.; SANTOS, R. C. dos; MOREIRA, M. A. M.; CORRÊA, S. C.; VILAS BOAS, E. V. B. de. Acceptability of yoghurt with Marolo pulp (*Annona crassiflora* Mart.) in the traditional and diet/light formulations. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 10, p. 85-92, 2012.

DESHPANDE , S.S., CHERYAN, M., SALUNKHE, D.K. Tannin analysis of food products. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.24, n.4, p.401-449, 1986.

DIETARY REFERENCE INTAKES (DRIs): estimated average requirements. 2011.

Disponível em: . :

<https://fnic.nal.usda.gov/sites/fnic.nal.usda.gov/files/uploads/recommended_intakes_individuals.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2018.

DUARTE. E.L.; RODRIGUES, C.G.; OLIVEIRA, K.G.; OLIVEIRA, K.B.ANDRADE, R.M.; CARLOS, L.A. Caracterização físico-química de frutos do Cerrado liofilizados. 5º Simpósio de Segurança Alimentar – Alimentação e Saúde, 26-29 maio 2015. **Anais...** Bento Gonçalves, RS, 2015. Disponível em <<http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/gerenciador/painel/trabalhosversaofinal/SAL442.pdf>>. Acesso em 20 jan.2018.

DUARTE-ALMEIDA, J.M; SANTOS, R.J. , GENOVESE, M.I.; LAJOLO, J.F. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais dpph. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.2, n.26, p. 446-452, abr.-jun. 2006.

GALINDO, C.M. Intoxicação espontânea e experimental por Tifton 68 (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) em bovinos. 2015. 57p. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, Lages.

GUADAGNIN, S.G. Avaliação do teor de nitrato em hortaliças folhosas produzidas por diferentes sistemas de cultivo (**Dissertação**). Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2004. 78 p.

HAQUE, M. R.; BRADBURY, J. H. Total cyanide determination of plants and foods using the picrate and acid hydrolysis methods. *Food Chemistry*, v. 77, n. 1, p. 107-114, 2002.

HASSIMOTTO, N. M. A.; GENOVESE, I. S.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and comercial frozen fruit pulps. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.2928–2935, 2005.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos** (4th ed). São Paulo: IAL, 1020 p., 2008.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo, v.1, 1985.

JAY, J. M.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN, D. A. **Modern food microbiology**. 7. ed. New York: Springer, 2005, 790 p.

JEPSON, W. A disappearing biome? Reconsidering land cover change in the Brazilian savanna. **Geogr. J.**, v.17, p.99–111, 2005.

JUFFO, G.D. et al. Intoxicação espontânea por *Sorghum sudanense* em bovinos leiteiros no Rio Grande do Sul. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 32, n. 3, p. 217-220, 2012.

JÚNIOR, M.S.S.; dos REIS, R.C.; BASSINELLO, P.Z.; LACERDA, D.B.C.; KOAKUZU, S.N.; CALIARI, M. Qualidade de biscoitos formulados com diferentes teores de farinha de casca de pequi. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p. 98-104, abr./jun. 2009.

KAKADE, M.L.; RACKISS, J.J.; McGHEE, J.E.; PUSKI, G. Determination of trypsin activity of soy products: A collaborative analysis of an improved procedure. **Cereal Chemistry**, v.51, n.3, p.376-388, 1974.

KIM, S., JEONG, S., PARK, W., NAM, K., AHN, D., & LEE, S. Effect of heating conditions of grape seeds on the antioxidant activity of grape seed extracts. **Food Chemistry**, v.97, n.3, p.472–479, 2006.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conserv. Biol.**, v.19, p.707–713, 2005.

KUNITZ, M. Crystalline soybean trypsin inhibitor; II; general properties. **The Journal of General Physiology**, Baltimore, v.30, n.4, p.291-310, 1947.

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**, v.45, n.4, p.1390-1393, 1997.

LEÃO, D.P.; FRANCA, A.S.; OLIVEIRA, L.S.; BASTOS, R.; COIMBRA, M.A. Physicochemical characterization, antioxidant capacity, total phenolic and proanthocyanidin content of flours prepared from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) fruit by-products. **Food Chemistry**, v.225, p.146–153, 2017.

LOPES C.O., DESSIMONI GV, COSTA M.S., VIEIRA G., PINTO N.A.V. Aproveitamento, composição nutricional e antinutricional da farinha de quinoa (*Chenopodium quinoa*). **Alim Nutr.**, v.20, n.4, p.669-675, 2009.

MEDINA, M.B. Determination of the total phenolics in juices and superfruits by a novel chemical method. **Journal of functional foods**, v.3, p.79 –87, 2011.

MONTEIRO M.R.P., COSTA N.M.B., OLIVEIRA M.G.A., PIRES C.V., MOREIRA M.A. Qualidade protéica de linhagens de soja com ausência do inibidor de tripsina *kunitz* e das isoenzimas lipoxigenases. **Rev Nutr.**, v.17, n.2, p.195-205, 2004.

MORAIS, E.C.; PATIAS, S.G.O.; FERREIRA, N.S.S.; PICANÇO, N.F.M.; RODRIGUESS, E.C.; NASCIMENTO, E.; FARIA, R.A.P.G. Compostos bioativos e características físico-químicas de polpa de araticum *in natura* e pasteurizada. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 20, e2016142, 2017 (versão online). Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/bjft/v20/1981-6723-bjft-20-e2016142.pdf>>. Acesso em 20 jan.2018.

NAVES, L.P.; CORRÊA, A.D.; SANTOS, C.D.; ABREU, C.M.P. Componentes antinutricionais e digestibilidade protéica em sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*) submetidas a diferentes processamentos. **Ciênc Tecnol Aliment.**, v.30, p.180-184, 2010.

PIMENTA, A. C.; SILVA, P. S. R.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Caracterização de plantas e de frutos de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart.) nativos no Cerrado Mato-grossense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 892-899, 2014.

PRIETO P., PINEDA M., AGUILAR M. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum. complex: specific application Atividade antioxidante de L. pacari to the determination of vitamin E. **Anal Biochem.**, v.269, p.337-41, 1999.

PRIOR, R. L.; CAO, G.. In vitro total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods. **Free Radic Biol Med.** v. 27, p. 1173 – 81, 1999.

RABÊLO, A.M.S.; TORRES, M.C.L.; GERALDINE, R.M.; SILVEIRA, M.F.A. Extração, secagem e torrefação da amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.28, n.4, p.868-871, out.-dez. 2008.

RAMAIYA, S.D., BUJANG, J. S., ZAKARIA, M. H., KING, W. S., & SHAFFIQ SAHRIR, M. A. Sugars, ascorbic acid, total phenolic content and total antioxidant activity in passion fruit (*Passiflora*) cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.93, p.1198 – 1205, 2013.

RAMFUL, D. et al. Polyphenol composition, vitamina C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. **Food Research International**, v.44, p.2088-2099, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S09639969110021583>>. Acesso em 20 jan. 2018.

RAMÍREZ-CÁRDENAS L., LEONEL A.J., COSTA N.M.B. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. **Ciênc Tecnol Aliment.**, v.28, n.1, p.200-213, 2008.

RÉGIS, W.C.B.; de SOUZA, M.R.R.; SILVEIRA, R.A.A. Comparação preliminar da composição química de diferentes partes do pequi (*Caryocar brasiliense*) comercializado no Vale do Jequitinhonha e Norte de Minas Gerais. **Percorso Acadêmico**, Belo Horizonte, v. 3, n. 6, jul./dez. 2013.

RIBEIRO, J. F. Pequi: o rei do Cerrado. **Rede Cerrado: Belo Horizonte**, 62 p., 2000.

ROCHA, L.B.; MELO, A.M.; PAULA, S.L.A.; NOBRE, S.A.M.; ABREU, I.N. Gallic acid as the major antioxidant in pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) fruit peel. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.17, n.4, p.592-598, 2015.

ROCHA, L.B.; MELO, A.M.; PAULA, S.L.A.; NOBRE, S.A.M.; ABREU, I.N. Gallic acid as the major antioxidant in pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) fruit peel. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.17, n.4, p.592-598, 2015.

RODRIGUES, L. J.; FERREIRA DE PAULA, N.R. ; PINTO, D.M. ; VILAS BOAS, E.V.B. Growth and maturation of pequi fruit of the Brazilian Cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos (Online)**, v. 35, p. 11-17, 2015.

RODRIGUES, R. **Conheça ingredientes do Cerrado que estão ameaçados de extinção**, 2017. Disponível em: <<http://www.metropoles.com/gastronomia/comer/conheca-ingredientes-do-Cerrado-que-estao-ameacados-de-extincao>>. Acesso em 23 jan. 2018.

ROESLER, R. et al. Antioxidant activity of *Caryocar brasiliense* (pequi) and characterization of components by electrospray ionization mass spectrometry. **Food Chemistry**, v.110, p.711-17, 2008.

ROQUE, F.; FIGUEIREDO, R.; & TIDON, R. Nine new records of drosophilids in the Brazilian savanna. **Drosophila Information Service**, n.89, p.1-3, 2006.

RUFINO, M. D. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; PEREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, n. 121, v.4, p. 996-1002. 2010.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; FILHO, J. M.; MORAIS, S.M.; SAMPAIO, C.G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP). **Comunicado Técnico Embrapa**. ISSN: 1679-6535, 2006.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; FILHO, J. M.; MOREIRA, A. V. B. Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas no sistema β -caroteno/ácido linoleico. **Comunicado Técnico Embrapa**. ISSN: 1679-6535, 2006.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R.E.; BRITO, E. S de; FILHO, J.M; MOREIRA, A.V.B . Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas no sistema β -caroteno/ácido linoléico. Fortaleza, CE: **Embrapa Comunicado Técnico**, “Não paginado”, 2007c.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R.E.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PEREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS.+**. Fortaleza, CE: Embrapa Comunicado Técnico, “Não paginado”, 2007a.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R.E.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PEREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza, CE: **Embrapa Comunicado Técnico**, “Não paginado”, 2007b.

SGARBIERI V.C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações**. São Paulo: Livraria Varela; 1996.

SILVA, J.F.; FARINAS, M.R.; FELFILI, J.M.; KLINK, C.A. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the Cerrado region of Brazil. **J. Biogeogr.**, v.33, p.536–548, 2006.

SIQUEIRA, B.S.; SOARES JÚNIOR, M.S.; FERNANDES, K.F.; CALIARI, M.; DAMIANI, C. Effect of soaking on the nutritional quality of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) peel flour. **Food Sci. Technol**, v.33, n.3, p.500-506, 2013.

SOARES JÚNIOR, M.S.; BASSINELO, P.Z.; CALIARI, M.; REIS, R.C.; LACERDA, D.B.C.L.; KOAKUZU, S.N. Development and chemical characterization of flour obtained from the external mesocarp of “pequizeiro” fruit. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.4, p.949-954, out.-dez. 2010.

TABARAKI, R.; HEIDARIZADI, E.; BENVIDI, A. Optimization of ultrasonic-assisted extraction of pomegranate (*Punicagranatum* L.) peel antioxidants by response surface methodology. **Sep Purif Technol**, v. 98, p. 16-23, 2012.

TEIXEIRA, M.; MONTEIRO, M. Caracterização físicoquímica e sensorial de suco de laranja processado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19, 2004, Recife. **Anais...** Recife: SBCTA, 2004. CD-ROOM.

TOKARNIA CH, PEIXOTO P.V., BRITO M.F., DUARTE M.D., BRUST L.A.C. Estudos experimentais com plantas cianogênicas em bovinos. **Pesq Vet Bras.**, v.19, n.2, p.84-90, 1999.

TUNGLAND, B. C., & MEYER, D. Nondigestible oligo- and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human health and food. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.1, n.3, p.90-109, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1541-4337.2002.tb00009.x>.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, London, v. 111, p. 816-823, 2008.

VILAS BOAS, E. V. B. ; SILVA, E.P. Maturação controlada de marolo: um caso a ser estudado. In: **I Simpósio Sulmineiro do marolo e frutos do Cerrado**, p.1-6, Alfenas, 2009. VILAS BOAS, E.V. B. Frutas minimamente processadas: pequi.. In: **III Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, Viçosa. III Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. Viçosa : UFV, p.122-127, 2004.

WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics: Determination of total phenolics. In R. E. Wrolstad (Ed.), **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 2002.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO); FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**, Geneva, 2003. Disponível em:

<http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42665/1/WHO_TRS_916.pdf>. Acesso em 10 jan. 2017.

XU, B.; CHANG, S.K.C. Phenolic substance characterization and chemical and cell-based antioxidant activities of 11 lentils grown in the northern United States. **J Agric Food Chem.**, v.58, n.3, p.1509-1517.

ARTIGO 2

DESENVOLVIMENTO DE PÃES DOCES COM FARINHA DE FRUTOS DO CERRADO: OTIMIZAÇÃO DE FORMULAÇÃO

Norma NBR 6022 (ABNT 2003)

Rafael Carvalho do Lago, Mariana Crivellari da Cunha, Lucas Ferreira Rodrigues, Giúlia Silva Bianchini, Rogério de Jesus Silva, Joelma Pereira, Elisangela Elena Nunes de Carvalho, Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-00, Lavras – MG, Brasil.

RESUMO

Dentre os frutos do Cerrado que se destacam pelo apelo sensorial, funcional e nutricional, estão o marolo e o pequi. A polpa de ambos é utilizada na culinária regional, enquanto o mesocarpo externo + exocarpo do pequi é comumente descartado antes de sua comercialização ou consumo. O pão é um produto de fácil alcance e altamente consumido por toda população, podendo ser facilmente enriquecido com outros ingredientes, o que pode aumentar seu apelo nutricional e funcional. Alterações nos ingredientes da formulação, no entanto, devem ser estudadas, a fim de não comprometer os parâmetros tecnológicos que caracterizam o produto. Objetivou-se com este estudo, otimizar a formulação de pães doces enriquecidos com frutos do Cerrado, avaliando o efeito de diferentes níveis de substituição da farinha de trigo por farinhas de marolo (10% a 20%) e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi (0% a 10%), e de diferentes níveis de substituição da água por polpa de marolo (0% a 40%). Para a definição dos melhores níveis de substituição, foi utilizado o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR). Foram aplicados dois planejamentos fatoriais completos 2^2 , ambos com quatro pontos fatoriais (combinação dos níveis +1 e -1), quatro pontos axiais ($-\alpha$ e $+\alpha$) e quatro repetições no ponto central (0), totalizando 12 ensaios cada; um para a substituição da farinha de trigo por farinhas de marolo e de mesocarpo externo e pequi, e outro para a substituição da água por polpa de marolo e da farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi. As variáveis-resposta avaliadas foram teor de glúten, índice de expansão, expansão da massa, volume específico, densidade e parâmetros de textura (dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade). Todas as substituições promoveram efeito significativo nas propriedades tecnológicas do pão doce. Conclui-se que a elaboração de pães enriquecidos com frutos do Cerrado é otimizada com valores de substituição da farinha de trigo por até 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, 10% a 16% de farinha de marolo e substituição da água por até 30% de polpa de marolo.

PALAVRAS-CHAVE: *Annona crassiflora* Mart. *Caryocar brasiliense* Camb. Mesocarpo externo + exocarpo de pequi. Alimento funcional. DCCR. Panificação. Aproveitamento de coprodutos. Desenvolvimento de novos produtos.

ABSTRACT

Among the Cerrado fruits that stand out for the sensorial, functional and nutritional appeal are the marolo and pequi. The pulp of both is used in regional cuisine, while the external mesocarp + exocarp of pequi are commonly discarded before its commercialization or consumption. Bread is a product of easy reach and highly consumed for people from whole world, and can be easily enriched with other ingredients, which can increase its nutritional and functional appeal. Changes in formulation ingredients, however, should be studied in order not to compromise the technological parameters that characterize the product. The objective of this study was to optimize the formulation of sweet breads enriched with fruits of the Cerrado, evaluating the effect of different levels of substitution of wheat flour for marolo flours (10% to 20%) and external mesocarp + exocarp of pequi (0% to 10%) and different levels of water substitution by marolo pulp (0% to 40%). For the definition of the best replacement levels, the Rotational Central Compound Design (RCCD) was used. Two complete factorial designs 2^2 were applied, both with four factorial points (combination of levels +1 and -1), four axial points ($-\alpha$ and $+\alpha$) and four repetitions at the central point (0), totaling 12 trials each; one for the substitution of wheat flour by marolo pulp and external mesocarp + exocarp of pequi flours, and another for the replacement of water by marolo pulp and wheat flour by external mesocarp + exocarp of pequi flour. The response variables evaluated were gluten content, expansion index, mass expansion, specific volume, density and texture parameters (hardness, elasticity, cohesiveness and chewing). All substitutions had a significant effect on the technological properties of bread. It is concluded that the production of breads enriched with fruits of the Cerrado is optimized with values of substitution of wheat flour by up to 2% of external mesocarp + exocarp of pequi flour, 10% to 16% of marolo flour and water replacement by up to 30% of marolo pulp.

KEY WORDS: *Annona crassiflora* Mart. *Caryocar brasiliense* Camb. External mesocarp + exocarpo of pequi. Functional food. DCCR. Baking. Use of by-products. Development of new products.

INTRODUÇÃO

A preservação do bioma Cerrado brasileiro e a manutenção da sua biodiversidade, é um compromisso que deve ser assumido por meio de sua exploração racional e sustentável, por exemplo, com o aproveitamento do potencial comercial que possuem suas espécies frutíferas nativas, que podem se tornar uma alternativa econômica para a população. Grande parte dos frutos do Cerrado apresenta características sensoriais únicas, apreciável valor nutricional e elevadas concentrações de compostos funcionais, como fibras, vitamina C, compostos fenólicos e grande capacidade antioxidante (LIMA et al., 2015a,b; MATTIETO et al., 2010). Nesse contexto, destacam-se o marolo (*Annona crassiflora* Mart) e o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb), fontes já comprovadas de nutrientes, compostos bioativos e com excelente apelo sensorial (Rodrigues et al., 2015; de Lima et al., 2014; da Silva et al., 2014; Vilas Boas et al., 2013; da Silva et al., 2013a; Vilas Boas et al., 2012; Ribeiro et al., 2012; Della Lucia et al., 2012; Rodrigues et al., 2012; Gonçalves et al., 2011; Rodrigues et al., 2011; Damiani et al., 2011; Gonçalves et al., 2010; Damiani et al., 2009; Rodrigues et al., 2009; Damiani et al., 2008; Souza et al., 2007; Rodrigues et al., 2007).

O marolo, ou araticum, é uma fruta típica do Cerrado, conhecida por suas características intensas de sabor e aroma. É comumente encontrado, sendo comercializado de maneira rústica, em beiras de estrada. Assim como outros frutos do Cerrado, constitui em importante fonte de renda para agricultores de subsistência (CORRÊA et al., 2013; CARDOSO et al., 2013). Seu uso se limita ao consumo *in natura* ou em preparações de doces, sorvetes e licores, em escala artesanal (DRAGANO et al., 2010; ROESLER et al., 2007). Estudos evidenciam o grande potencial do fruto na aplicação em geleias (DAMIANI et al., 2012;), iogurte (DELLA LUCIA et al., 2012; OLIVEIRA; ROCHA et al., 2008), barras alimentícias (SILVA et al., 2014) e produtos de panificação (VILELA; BATISTA; DESSIMONI-PINTO, 2013).

O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), é outra das espécies frutíferas mais apreciadas do Cerrado brasileiro e que assume papel importante na geração de renda e alimentação local, destacando-se por seu potencial alimentar, melífero, medicinal, oleaginoso, ornamental, dentre outros (CHÉVEZ POZO, 1997; RIBEIRO, 2000). A casca (conjunto mesocarpo externo + exocarpo) compõe cerca de 84% da massa do fruto e é comumente descartada na produção de óleo, sabão, licor dentre outros produtos derivados (BARBOSA e AMANTE, 2002; CHEVEZ POZO, 1997; FERREIRA et al., 1987). No entanto, estudos recentes

ressaltam seu enorme potencial nutricional e comercial, podendo seu uso constituir em alternativa para a agregação de valores ao fruto, redução do desperdício e melhoria do valor nutricional de produtos (LEÃO et al., 2017; RÉGIS et al., 2013; SIQUEIRA et al., 2013; JÚNIOR et al., 2009; RABÊLO et al., 2008).

Produtos de panificação são altamente consumidos pela população mundial, constituindo-se em uma das principais fontes energéticas da humanidade (KTENIOUDAKI & GALLAGHER, 2012). Contudo, o pão é considerado um alimento “pobre” nutricionalmente, por ser constituído, basicamente, por carboidratos. Apesar disso, devido ao seu grande alcance populacional, o pão se faz uma alternativa para a incorporação de resíduos e ingredientes que possam vir a incrementar o valor nutricional e apelo funcional do produto, bem como melhorar a alimentação do consumidor (MAIA et al., 2015; ROCHA, 2009). Todavia, a incorporação de outros ingredientes aos produtos de panificação, seja como adição ou substituição de parte de ingredientes originais, deve ser cuidadosamente estudada, a fim de que não se comprometa a qualidade do produto final, tampouco o descaracterize (RIBEIRO & MIGUEL, 2010; EL DASH, 1994).

O objetivo deste trabalho foi estudar o impacto de diferentes níveis de substituição de parte da farinha de trigo por farinha de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e de parte da água por polpa de marolo nas propriedades tecnológicas de pães doces, a fim de definir faixas de substituições que não comprometam a qualidade final do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

Delineamento experimental

Para o desenvolvimento dos pães, utilizou-se como base duas formulações padrão, uma para o primeiro delineamento, cuja composição foi trigo: 45% de leite integral, 2% de fermento biológico seco, 2% de sal, 10% de açúcar, 5% de gordura (óleo de soja) e 15% de ovos; e outra para o segundo delineamento: 45% de água, 6% de leite em pó, 2% de fermento biológico seco, 2% de sal, 10% de açúcar, 5% de gordura (óleo de soja) e 15% de ovos. Em

ambas formulações as proporções dos ingredientes foram calculadas com base na massa total de farinha de trigo, Essas formulações foram definidas com base em testes preliminares.

A farinha de trigo utilizada na formulação padrão1 foi substituída parcialmente por farinhas de polpa de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi. Já na formulação 2, substituiu-se parte da farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e parte da água por polpa de marolo. Para a definição dos melhores níveis de substituição, foi utilizado o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR). Um planejamento fatorial completo 2^2 foi aplicado, com quatro pontos fatoriais (combinação dos níveis +1 e -1), quatro pontos axiais ($-\alpha$ e $+\alpha$) e quatro repetições no ponto central (0), totalizando 12 ensaios.

Na Tabela 1 se encontram os níveis de substituição, com valores codificados e reais, utilizados no ensaio, e na tabela 2, é apresentada a matriz do delineamento.

Tabela 1- Variáveis e níveis do planejamento fatorial completo 2^2

Variáveis independentes	Código das variáveis independentes	Níveis codificados e reais das variáveis independentes				
		-1.41	-1	0	1	1.41
Farinha de polpa de marolo (%)	X1	10	1,46	20	11,45	20
Farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi (%)	X2	0	1,46	5	8,54	10

Tabela 2 - Matriz do delineamento experimental, com valores codificados e reais

TRATAMENTOS	VARIÁVEIS CODIFICADAS		VARIÁVEIS REAIS	
	X1	X2	%Farinha de polpa de marolo	%Farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi
1	-1,00000	-1,00000	11,45	1,46
2	-1,00000	1,00000	11,45	8,54
3	1,00000	-1,00000	18,55	1,46
4	1,00000	1,00000	18,55	8,54
5	-1,41421	0,00000	10	5
6	1,41421	0,00000	20	5
7	0,00000	-1,41421	15	0
8	0,00000	1,41421	15	10
9 (C)	0,00000	0,00000	15	5
10 (C)	0,00000	0,00000	15	5
11 (C)	0,00000	0,00000	15	5
12 (C)	0,00000	0,00000	15	5

O segundo delineamento consistiu das mesmas condições, porém, as variáveis independentes avaliadas foram porcentagem de substituição da farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, e porcentagem de substituição da água por polpa de marolo. Os diferentes níveis de substituição e a matriz do delineamento se encontram expostos nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3- Variáveis e níveis do segundo planejamento fatorial completo 2²

Variáveis independentes	Código das variáveis independentes	Níveis codificados e reais das variáveis independentes				
		-1.41	-1	0	1	1.41
Polpa de marolo (%)	X1	0	5,86	20	34,14	40
Farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi (%)	X2	0	1.46	5	8.54	10

Tabela 4- Matriz do segundo delineamento experimental, com valores codificados e reais

TRATAMENTOS	VARIÁVEIS CODIFICADAS		VARIÁVEIS REAIS	
	X1	X2	% Polpa de marolo	%Farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi
1	-1,00000	-1,00000	5,86	1,46
2	-1,00000	1,00000	5,86	8,54
3	1,00000	-1,00000	34,14	1,46
4	1,00000	1,00000	34,14	8,54
5	-1,41421	0,00000	0	5
6	1,41421	0,00000	40	5
7	0,00000	-1,41421	20	0
8	0,00000	1,41421	20	10
9 (C)	0,00000	0,00000	20	5
10 (C)	0,00000	0,00000	15	5
11 (C)	0,00000	0,00000	15	5
12 (C)	0,00000	0,00000	15	5

Obtenção da polpa e farinhas

Os marolos e pequis utilizados para a obtenção da polpa e farinhas, oriundos de plantas nativas do Cerrado, foram adquiridos de produtores dos municípios de Curvelo-MG e Montes Claros-MG, respectivamente. No ato da aquisição, os frutos foram selecionados visualmente, quanto à integridade, ausência de defeitos e maturação (frutos maduros), a fim de uniformidade. Uma vez adquiridos, os frutos foram transportados para a Planta Piloto de Processamento Mínimo de Vegetais, do Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras-MG. Lá, foram lavados em água corrente, com auxílio de detergente neutro, para a retirada das sujidades oriundas do campo. Em seguida, foram sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm, por 15 minutos. Feito isso, foram descascados e direcionados às demais etapas de processamento. No caso do marolo, as polpas (com semente) foram processadas em despoldadeira elétrica Halber Macanuda®, modelo MJI-05, 0,5 CV de potência com a obtenção de uma polpa pastosa. Parte dessa polpa foi armazenada em sacos plásticos e mantida sob congelamento em freezer a -18° C. O restante seguiu para o preparo da farinha, sob as seguintes condições: secagem em estufa a 65° C, por 72 horas, moagem em moinho de facas e posterior peneiragem, utilizando-se peneira de Mesh nº 9. Com relação ao pequi, foi feita a separação manual da polpa (mesocarpo interno) e da casca (conjunto mesocarpo externo + exocarpo), sendo a segunda utilizada para obtenção de farinha. As cascas passaram, inicialmente, por um processo de branqueamento, a vapor, por 12 minutos, para a inativação de enzimas de escurecimento. Em seguida, foram secas em estufa a 65° C, por 24 horas, sendo trituradas e peneiradas sob as mesmas condições da farinha de marolo. As farinhas obtidas foram armazenadas em frascos de vidro hermeticamente fechados, envolvidos em papel alumínio, em local seco e arejado, protegido de luz, a aproximadamente 25°C.

Processamento dos pães doces

O processamento dos pães doces, com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo por farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, e de água por polpa

de marolo, foi realizado na padaria experimental do Laboratório de Grãos, Raízes e Tubérculos, do Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras-MG. Foi utilizado o método direto, em que todos os ingredientes são colocados de maneira simultânea para a mistura, com exceção do sal e dos líquidos (água ou leite). Os ingredientes foram pesados em balança semianalítica, e a massa foi trabalhada em batedeira Wallita® com 5 velocidades, 250 W de potência. Primeiramente, os ingredientes, com exceção do sal e dos líquidos, foram misturados, em velocidade baixa, por cerca de 1 minuto. Em seguida, foi adicionado o líquido (água ou leite) e misturado, em velocidade média. Quando começou-se 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® e levadas à câmara de fermentação Klimaquip® Modelo CFCK-20, 2,2 KW de potência, a 30° C e 90% de umidade relativa, por 90 minutos. Em seguida, os pães foram assados em forno elétrico industrial Prática Technicook® 9,5 KW de potência, a 150°C, por 20 minutos. Após esfriarem, à temperatura ambiente de 25° C, os pães foram acondicionados em sacos plásticos e armazenados em local seco e arejado, até o dia seguinte, para a realização das análises.

Análises tecnológicas

Os pães doces elaborados com os diferentes níveis de polpa e farinha de frutos do Cerrado, bem como as farinhas mistas, foram avaliados tecnologicamente por meio de análises de teor de glúten das farinhas mistas, índice de expansão dos pães, expansão da massa, volume específico dos pães, densidade dos pães e perfil de textura do miolo dos pães.

O teor de glúten foi avaliado segundo os métodos 38 – 10 e 38 – 12 A da AACC (2000), com modificações. Amostras de aproximadamente 20g de farinha (em cada nível de substituição do DCCR), foram pesadas em cápsulas de porcelana, sendo adicionados 10 mL de solução de NaCl 5%, até a formação de uma massa compacta. Após 30 minutos de repouso, esta massa foi colocada em um béquer com água para um descanso de mais 10 minutos. Em seguida, a massa foi lavada em água corrente, sobre uma peneira, para a retirada do amido, até que a água de lavagem se tornou incolor na presença de iodo. Os fragmentos

retidos na peneira foram transferidos para uma placa de petri para a pesagem do glúten úmido. Os resultados foram expressos em % de glúten úmido.

O índice de expansão dos pães foi determinado utilizando a metodologia de Silva et al. (2003), com adaptações. O diâmetro e a altura dos pães, antes da fermentação e após o forneamento, foram medidos, com o auxílio de paquímetro. O cálculo do índice de expansão foi realizado segundo a equação (1):

$$\text{Índice de expansão (IE)} = \frac{\frac{(Dp + Hp)}{2}}{\frac{(Dm + Hm)}{2}} \quad (1)$$

Onde: Dp e Hp = Diâmetro e altura dos pães após o forneamento (cm); Dm e Hm = Diâmetro e altura das massas moldadas (cm).

Para a avaliação da expansão da massa, foi utilizada a metodologia de Sangnark e Noomhorm (2004), com modificações. Amostras de aproximadamente 30g de massa foram moldadas para serem colocadas em uma proveta de 250 mL. As provetas foram colocadas em temperatura ambiente e o volume foi medido antes e após o período de fermentação da massa (90 minutos). Os resultados foram expressos em mL.

O volume específico dos pães foi obtido por meio da técnica de deslocamento de sementes de painço, conforme metodologia nº 72-10 da AACCC (1995). Primeiramente, os pães foram pesados em balança semianalítica, sendo sua massa expressa em gramas. Um recipiente foi preenchido totalmente por sementes de painço e, em seguida, esvaziado, sendo as sementes reservadas. Os pães já pesados, foram colocados individualmente neste recipiente. O recipiente com o pão dentro, foi novamente preenchido pelas sementes de painço, outrora reservadas. As sementes restantes foram transferidas para uma proveta e foi realizada a leitura, em mL. O resultado foi obtido pela divisão do volume deslocado pelos pães (mL), pelas suas respectivas massas (g), sendo expresso em mL g⁻¹.

Já a densidade foi calculada pela relação inversa entre o volume deslocado e o peso dos pães, sendo expressa em g mL^{-1} .

A análise do perfil de textura (TPA) dos pães foi realizada no analisador de textura TA-XT2i, utilizando 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. Foram avaliados os parâmetros dureza (g f), elasticidade, coesividade e mastigabilidade. Para a realização do teste, foram colocadas duas fatias de pão, de 1cm cada, sobrepostas uma sobre a outra, para que houvesse a compressão. As fatias correspondiam ao terço médio dos pães, após a retirada das extremidades.

As análises relativas aos pães já prontos (volume específico, densidade e perfil de textura) foram realizadas no dia seguinte ao processamento dos pães. Todas as análises foram realizadas em triplicata (com exceção do perfil de textura, em que foram feitas seis repetições), sendo as médias utilizadas para a obtenção das superfícies de resposta e curvas de contorno.

Análise estatística

A avaliação dos resultados do DCCR foi feita por meio de superfícies de resposta e suas respectivas curvas de contorno, após análise de variância (ANOVA) e regressão, a 5% de significância. Para a validação dos modelos para a obtenção das superfícies de resposta e suas respectivas curvas de contorno, avaliou-se a significância da regressão pelo teste F ($F_{\text{calc.}} > F_{\text{tab.}}$) e o coeficiente de determinação ($R^2 > 0,7$). O tratamento dos dados foi realizado utilizando o programa computacional Statistica versão 8.0 (STATSOFT INC, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Delineamento 1

A fim de comparação, na Tabela 5, são apresentados os valores obtidos pelo pão controle (sem a substituição parcial de farinha de trigo e de água) para todas as variáveis em estudo.

Tabela 5- Valores médios* \pm desvios padrões dos resultados obtidos pelo pão doce controle para as variáveis-resposta em estudo

Variável	Resultado
Glúten úmido (%)	24,6 \pm 2,0
Índice de expansão	1,77 \pm 0,05
Expansão da massa (mL)	30 \pm 0,00
Volume específico (mL g ⁻¹)	3,99 \pm 0,25
Densidade (g mL ⁻¹)	0,25 \pm 0,01
Dureza (g f)	772,94 \pm 2,74
Elasticidade (m)	0,996 \pm 0,03
Coesividade	0,772 \pm 0,02
Mastigabilidade	591,19 \pm 6,59

*Média de seis repetições

Os resultados das variáveis analisadas no pão padrão foram utilizados como referência para se definir quais as melhores faixas de substituição da farinha de trigo pelas farinhas de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e farinha de marolo. Sendo assim, quanto mais próximos da média obtida pelo padrão, mais próximos do ideal foram considerados os níveis de substituição.

Os resultados expostos a seguir correspondem ao primeiro delineamento, que avaliou o efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi.

As equações a seguir, (2), (3) e (4) correspondem aos coeficientes estimados pelo modelo de regressão para as variáveis glúten úmido das farinhas, índice de expansão dos pães e expansão da massa.

$$\text{Glúten úmido (\%)} = 6,67^* - 3,15x_1^* - 0,48x_1^2 - 4,95x_2^* - 0,166x_2^2 + 2,037x_1x_2 \quad (2)$$

$$\text{Índice de expansão} = 1,53^* - 0,0686x_1^* - 0,038x_1^2 - 0,142x_2^* - 0,023x_2^2 + 0,0625x_1x_2 \quad (3)$$

$$\text{Expansão da massa} = 20,50^* - 3,89x_1^* - 2,625x_1^2 - 4,776x_2^* + 1,125x_2^2 - 0,75x_1x_2 \quad (4)$$

Em que:

x_1 = % de substituição da farinha de trigo por farinha de marolo (valores codificados);

x_2 = % de substituição da farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi (valores codificados);

*Efeito significativo ($p < 0,05$).

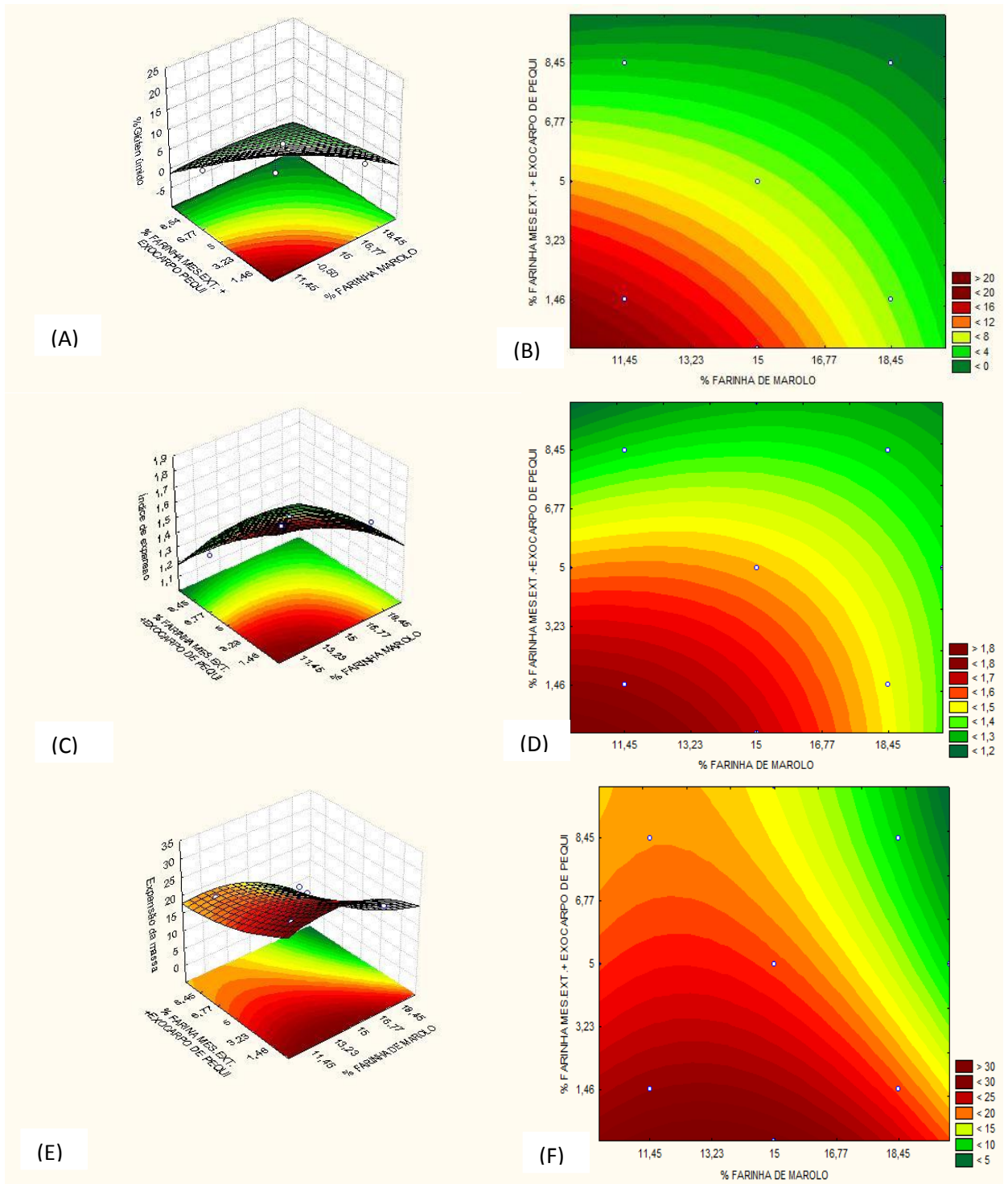
Para as variáveis porcentagem de glúten úmido e índice de expansão, observou-se efeito significativo das substituições de farinha de marolo e farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, no modelo linear. Para a expansão da massa, observou-se, além do modelo linear, efeito significativo da substituição por farinha de marolo em seu modo quadrático. Nota-se que ambas substituições exerceram efeito negativo sobre essas variáveis, sendo que este efeito foi observado com maior intensidade na substituição da farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi.

Os modelos obtidos para porcentagem de glúten, índice de expansão e expansão da massa, apresentaram condições necessárias para a validação, sendo, portanto, considerados para a obtenção das superfícies de resposta e curvas de contorno.

Na Figura 1, são apresentadas as superfícies de resposta e as curvas de contorno dos efeitos da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de polpa de marolo e de

mesocarpo externo + exocarpo de pequi sobre as variáveis teor de glúten, índice de expansão e expansão da massa.

Figura 1- Superfícies de resposta e curvas de contorno da ação dos diferentes níveis de substituição da farinha de trigo por farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi sobre as variáveis glúten ((A) e (B)), índice de expansão dos pães ((C) e (D)) e expansão da massa ((E) e (F)).



Nenhum dos tratamentos alcançou o nível de glúten recomendado para a produção de pães - maior que 26%, segundo ICTA (2017). Portanto, é possível inferir que a substituição de parte da farinha de trigo, tanto por farinha de polpa de marolo, quanto por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, apresentou um efeito negativo no teor de glúten. Tal resultado já era previsto, uma vez que as farinhas dos frutos não possuem glúten e, portanto, o teor de glúten é inversamente proporcional ao nível de substituição da farinha de trigo. Além disso, as farinhas de marolo e mesocarpo externo + exocarpo de pequi são ricas em fibras, o que contribui ainda mais para a diminuição do teor de glúten. Isso porque as fibras competem com as proteínas formadoras de glúten pela água presente no meio, que é essencial para a formação da rede viscoelástica (PERESSINI E SENSIDONI, 2009).

Também é possível notar que o efeito na diminuição do teor de glúten foi maior na substituição da farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi. Isto pode ser afirmado pelo fato de que o tratamento 7 (15% de farinha de polpa de marolo + 0% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi), em que não houve substituição pela farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, foi o que apresentou o maior teor de glúten (16,91%). De fato, análises prévias de fibra nas farinhas dos frutos utilizados neste trabalho, apontaram a farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi com maior teor de fibra alimentar total que a farinha de marolo (dados não apresentados). Portanto, explica-se o maior efeito negativo da farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi no teor de glúten. Os maiores teores de glúten úmido nas farinhas mistas foram observados nos níveis mínimos de substituição (0% a 1,46% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e 10% a 11,45% de farinha de polpa de marolo), consideradas as faixas ótimas de substituição, com base no teor de glúten.

Comportamento semelhante foi observado em relação ao índice de expansão dos pães, cuja superfície de resposta e respectiva curva de contorno, apontam a faixa ótima de substituição, ou seja, faixa com os maiores valores de índice de expansão, de 10% a 13,23% de farinha de polpa de marolo e de 0% a 1,46% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi. Essa variável oscilou de 1,25, no ensaio 2 (11,45% de farinha de marolo + 8,54% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi) a 1,76%, no ensaio 1, que totaliza a menor substituição de farinha de trigo (11,45% de farinha de marolo e 8,54% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi).

Os menores valores de expansão da massa foram obtidos nos ensaios 4 e 6 (18,55% de farinha de marolo + 8,54% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e 20% de farinha de marolo + 5% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, respectivamente). Já o maior valor, mais uma vez foi observado no ensaio 1 (11,45% de farinha de marolo e 8,54% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi). Para essa variável, obteve-se otimização com uma faixa mais longa de substituição para farinha de marolo, de 10 a 16,77%. Já a substituição por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi apresentou, novamente, uma faixa ótima de substituição nos valores mínimos, de 0% a 1,46%.

Noort et al. (2010), ressaltam que as fibras, especialmente as insolúveis, além de interferirem na formação da rede de glúten, ocasionam a ruptura das células de gás carbônico, dificultando o seu aprisionamento na matriz protéica do glúten e diminuindo a expansão da massa ao longo da fermentação e durante o forneamento. Logo, é previsível que o aumento do conteúdo das farinhas dos frutos, ricas em fibras, ocasione uma diminuição nos valores de índice de expansão e expansão da massa.

Os efeitos estimados dos modelos obtidos para as variáveis volume e densidade dos pães são apresentados, respectivamente, nas equações (5) e (6).

$$\text{Volume específico (mL/g)} = 3,03^* - 0,1289x_1 - 0,126x_1^2 - 0,5659x_2^* + 0,108x_2^2 - 0,059x_1x_2 \quad (5)$$

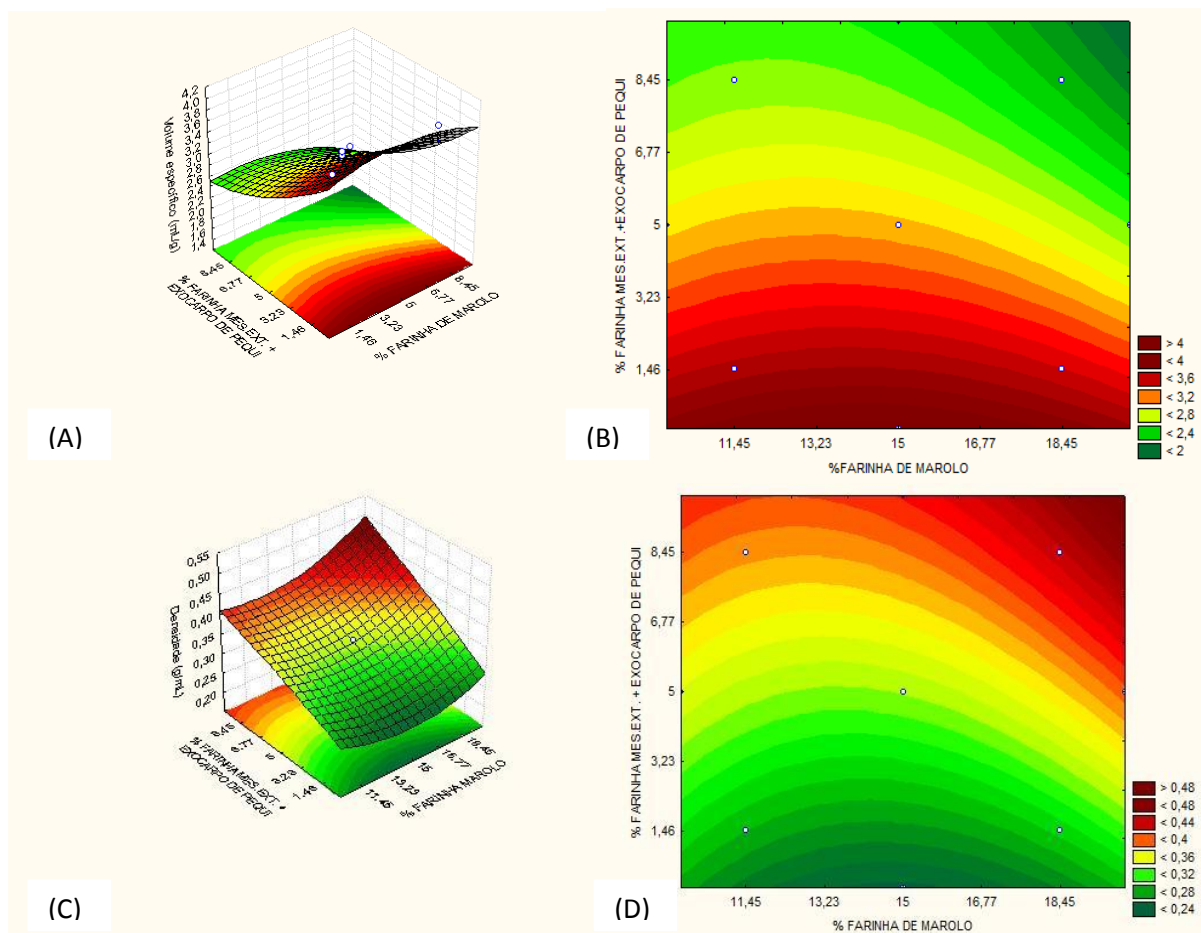
$$\text{Densidade (g/mL)} = 0,331^* + 0,0167x_1 + 0,0209x_1^2 + 0,0617x_2^* - 0,0033x_2^2 + 0,0099x_1x_2 \quad (6)$$

Para a variável volume específico, observou-se efeito significativo somente da substituição da farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, em seu modo linear, efeito este, negativo. Já para a densidade, observou-se, além do efeito linear da substituição por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, um efeito significativo da substituição da farinha de trigo por farinha de marolo, no seu modo quadrático. Ambos os modelos apresentaram grau de significância pelo teste F e um coeficiente de determinação

adequado, sendo possível gerar as superfícies de resposta e suas respectivas curvas de contorno.

As superfícies de resposta e as curvas de contorno obtidas para as variáveis volume específico e densidade se encontram na Figura 2.

Figura 2- Superfícies de resposta e curvas de contorno da ação dos diferentes níveis de substituição da farinha de trigo por farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi sobre as variáveis volume específico ((A) e (B)) e densidade ((C) e (D)) dos pães doces elaborados com farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi



Dois fatores determinam o volume do pão: a quantidade de gás produzido durante a fermentação e a capacidade de retenção desse gás pela massa (TEDRUS et al., 2001). Conforme já mencionado, as fibras presentes nas farinhas dos frutos retardam a produção de gás, pela ruptura das células de gás carbônico. Além disso, a fraca rede de glúten, resultado da

substituição parcial da farinha de trigo pelas farinhas dos frutos, não suporta a pressão gasosa produzida durante o processo de fermentação, havendo tendência para a expansão horizontal, o que diminui o fator de expansão e o volume específico dos pães (MEZIANI et al., 2012b). O volume específico possui relação proporcional inversa com os valores de densidade. Logo, níveis de substituição que promovem diminuição do volume específico, incrementam os valores de densidade dos pães, o que prejudica a aceitabilidade dos mesmos (ESTELLER, 2005).

Pelas superfícies de resposta e curvas de contorno, é possível observar que a faixa de substituição de farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi que apresentou os maiores valores de volume específico foi de 0% a 1%. Entretanto, concentrações de até 1,46% atingem valores próximos aos obtidos pelo pão padrão ($3,99 \text{ mL g}^{-1}$). Em relação a densidade dos pães, observa-se uma faixa ótima de substituição (menores valores de densidade) de farinha de trigo por farinha de marolo de 12% a 17%. No entanto, substituições de até 19% ainda apresentam valores dentro da faixa obtida pelo padrão. Apesar da região ótima se aproximar de 0% de substituição de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, uma substituição de até 1,46% ainda atinge a faixa de valores apresentada pelo pão padrão ($< 0,28 \text{ g mL}^{-1}$).

Zambelli et al. (2014), também observaram diminuição do volume específico e consequente aumento da densidade ao incorporar açaí em pó na formulação de pães. Neste estudo, a incorporação máxima de açaí em pó (6,6%) acarretou em um volume específico de $2,17 \text{ mL g}^{-1}$ e densidade igual a $0,44 \text{ g mL}^{-1}$. Já Agopian e Seravalli (2014) obtiveram um mínimo de $3,2 \text{ mL g}^{-1}$ de volume específico para uma adição máxima de 7% de farinha de jatobá em substituição à farinha de trigo, em combinação com 5% de substituição por massa base de maracujá. No presente estudo, o volume específico apresentou uma variação de $2,34 \text{ mL g}^{-1}$ (ensaio 4 - 18,55% de farinha de marolo e 8,54% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi) a $3,88 \text{ mL/g}$ (ensaio 7 - 15% de farinha de marolo, sem incorporação de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi). Os mesmos ensaios determinaram, respectivamente, a maior e a menor densidade ($0,43 \text{ g mL}^{-1}$ no ensaio 4 e $0,26 \text{ g mL}^{-1}$ no ensaio 7). Nota-se que os valores de volume específico aqui obtidos são superiores aos da literatura citada, assim como os valores de densidade são menores. Isso sugere que a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de marolo e farinha de mesocarpo externo

+ exocarpo de pequi, dentro da faixa de substituição aqui estudada, promove danos menos intensos a essas variáveis.

Para o estudo do perfil de textura dos miolos dos pães doces, foram avaliados os parâmetros dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade. Dentre estes, os únicos que apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) em, pelo menos, uma variável, foram dureza e mastigabilidade. Sendo assim, as equações correspondentes ao modelo de regressão, para essas duas variáveis, são expostas a seguir, nas equações (7) e (8).

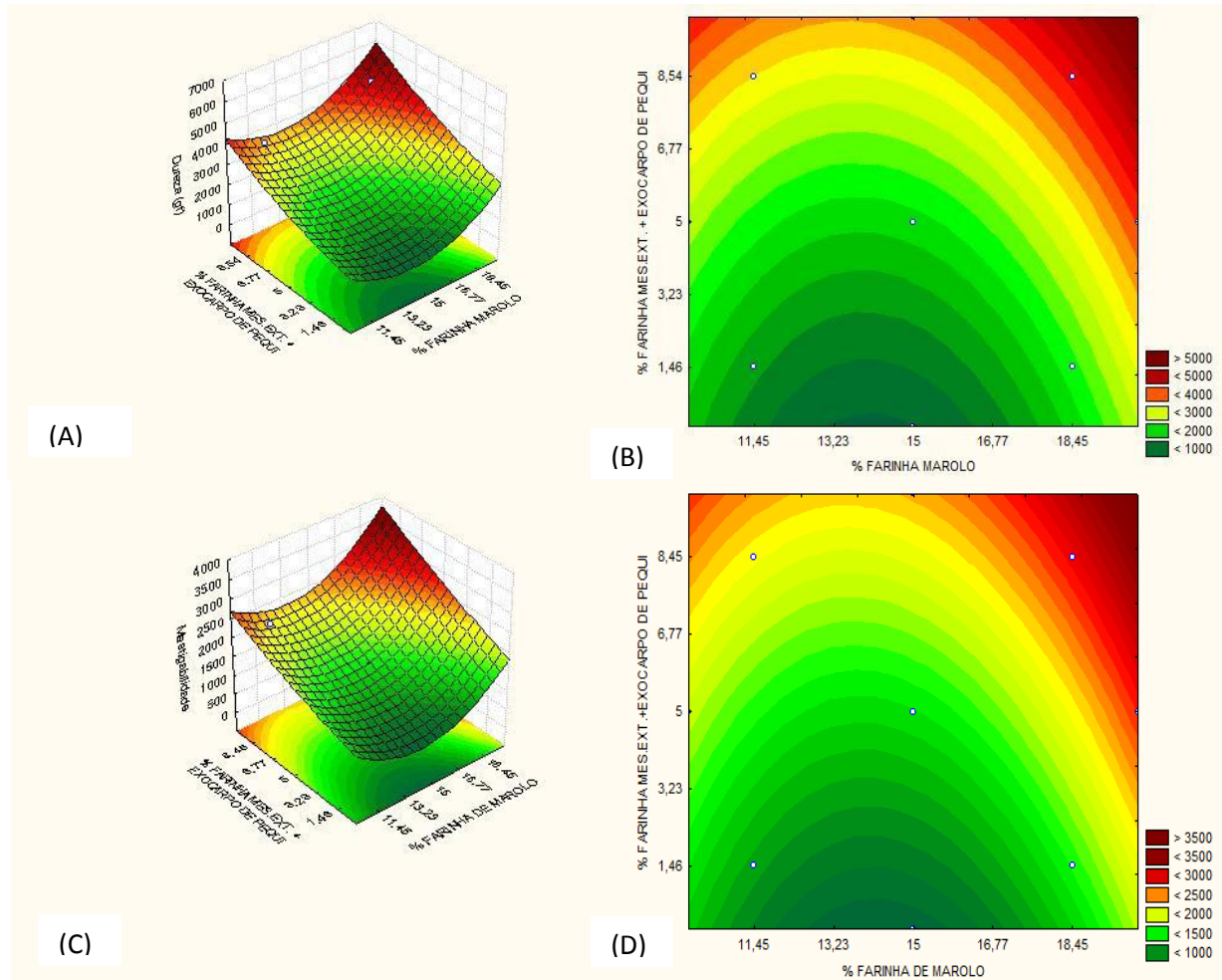
$$Dureza (gf) = 1901,119* + 490,387x_1 + 725,287x_1^2* + 1033,353x_2* + 150,49x_2^2 + 74,87x_1x_2 \quad (7)$$

$$Mastigabilidade (J) = 1388,996* + 298,451x_1* + 453,930x_1^2* + 603,77x_2* + 46,79x_2^2 + 66,14x_1x_2 \quad (8)$$

Para a variável dureza, houve efeito significativo da substituição da farinha de trigo por farinha de marolo (quadrática), e por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi (linear). Já para a mastigabilidade, foram significativos os efeitos da farinha de marolo (linear e quadrática) e da farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi (linear). Os valores positivos dos efeitos, tanto para dureza quanto para mastigabilidade, sugerem que a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha desses frutos promove um incremento nos valores dessas variáveis, sendo que este efeito é observado com maior intensidade na substituição por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi.

As duas variáveis (dureza e mastigabilidade) apresentaram requisitos necessários para validação do modelo, sendo possível obter as superfícies de resposta e suas correspondentes curvas de contorno, que são apresentadas na Figura 3.

Figura 3- Superfícies de resposta e curvas de contorno da ação dos diferentes níveis de substituição da farinha de trigo por farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi sobre os parâmetros de textura dureza ((A) e (B)) e mastigabilidade ((C) e (D)) dos pães doces elaborados com farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi



Do ponto de vista sensorial, a dureza diz respeito à força requerida para compressão do alimento entre os dentes molares. Já a mastigabilidade é definida como o tempo necessário para mastigar uma amostra (velocidade constante), para reduzi-la à consistência adequada para deglutição (CIVILLE e SZCZESNIAK, 1973). Logo, é interessante que os pães apresentem valores baixos para essas variáveis, o que está relacionado com a maciez do produto.

Os maiores valores de dureza (4952,024 g f) e mastigabilidade (3030,57) foram observados no ensaio 4 (18,45% de farinha de marolo + 8,54% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi). Já os menores valores (1150,63 g f, para dureza e 817,47, para

mastigabilidade) se encontram no ensaio 1, que totaliza a menor substituição de farinha de trigo (11,45% de farinha de marolo + 1,46% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi).

Para a variável dureza, observou-se que a região que atende aos valores observados pelo pão padrão (>1000 g f) está entre 12% e 16% de farinha de marolo e 0% e 1,46% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi. Já para a mastigabilidade, substituições de 11,45% a 16,77% de farinha de marolo e de 0% a 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi atingem valores dentro da faixa do pão padrão.

Apesar da maioria das variáveis indicarem a faixa de 0% a 1,46% de substituição de farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi como a melhor, valores de até 2% podem ser considerados, por estarem bem próximos a essa faixa, e por atingirem a região ótima na variável mastigabilidade, que está diretamente relacionada aos parâmetros sensoriais. A faixa ótima de substituição de farinha de trigo por farinha de marolo variou, em relação às diferentes variáveis analisadas, de 10% a 19%. Apesar de não atingir a região ótima para o teor de glúten e o índice de expansão, a faixa de substituição de 10% a 16% pode ser definida como ideal para a farinha de marolo, por englobar a região ótima nas variáveis associadas à textura e cobrir a região ótima para a maioria das demais variáveis. Além disso, a substituição de farinha de trigo por farinha de marolo não apresentou efeito significativo sobre as variáveis volume específico, elasticidade e coesividade, o que indica que a mesma não exerce grandes impactos sobre as propriedades tecnológicas dos pães, se comparada com a farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi. Agopian e Seravalli (2014) definiram o nível ótimo de substituição de farinha de trigo por farinha de jatobá de 4%, na formulação de pães de forma. Já Zambelli et al. (2014) chegaram à conclusão que substituições de até 2% de farinha de trigo por farinha de açaí não promove grandes efeitos prejudiciais nas qualidades tecnológicas de pães.

Delineamento 2

Os dados expostos a seguir, dizem respeito ao segundo delineamento, que avaliou o efeito da substituição parcial de farinha de trigo por farinha de mesocarpo eterno + exocarpo de pequi, e a substituição de parte da água por polpa de marolo.

A formulação padrão para este delineamento difere-se da primeira, em relação ao uso do leite, no primeiro, utilizou-se leite integral, não havendo emprego de água. Já no segundo, substituiu-se o leite pela água, acrescentando-se leite em pó. Isso foi feito, uma vez que neste delineamento, substitui-se parte do líquido por polpa de marolo e, para não se perder conteúdo protéico pela substituição parcial do leite, optou-se por usá-lo em sua forma desidratada e realizar a substituição por polpa com base do total de água. Sendo assim, os valores de referência para este delineamento são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6- Valores médios* \pm desvio padrão obtidos pela formulação padrão de pão doce para as variáveis em estudo

Variável	Resultado
Índice de expansão	2,05 \pm 0,16
Expansão da massa (mL)	63 \pm 4,24
Volume específico (mL/g)	4,53 \pm 0,33
Densidade (g/mL)	0,22 \pm 0,015
Dureza (g.f.)	531,22 \pm 60,02
Elasticidade	0,974 \pm 0,02
Coesividade	0,751 \pm 0,02
Mastigabilidade	392,63 \pm 63,09

*Média de seis repetições

Assim como feito no delineamento 1, as médias obtidas para o pão doce padrão foram utilizadas para se definir qual o melhor nível de substituição da farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e da água por polpa de marolo, sendo que, quanto

mais próximos dos valores obtidos pelo pão doce padrão, mais próximo do ideal foi considerado o nível de substituição.

Neste delineamento, a análise de glúten não foi utilizada como variável-resposta, uma vez que esta análise é específica para farinhas, e aqui também é avaliada a substituição da água por polpa de marolo. Sendo assim, pode-se considerar, para a definição da melhor faixa de substituição da farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, o resultado de teor de glúten obtido pelo primeiro delineamento, que aponta a faixa de 0% a 1,46% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi como a melhor, para esta variável.

Os efeitos estimados pelos modelos de regressão, para as variáveis índice de expansão dos pães, expansão da massa, volume específico e densidade dos pães, encontram-se expostos, respectivamente, nas equações (9), (10), (11) e (12).

$$\text{Índice de expansão} = 1,79^* - 0,0624x_1^* - 0,051x_1^2 - 0,1239x_2^* - 0,011x_2^2 + 0,010x_1x_2 \quad (9)$$

$$\text{Expansão da massa} = 37,50^* + 0,00x_1 - 11,00x_1^2 + 10x_2 - 1,00x_2^2 - 4,00x_1x_2 \quad (10)$$

$$\text{Volume específico (mL/g)} = 3,695^* - 0,45x_1^* + 0,0176x_1^2 - 0,3967x_2^* + 0,1412x_2^2 + 0,009x_1x_2 \quad (11)$$

$$\text{Densidade (g/mL)} = 0,2706^* + 0,032x_1^* + 0,002x_1^2 + 0,0268x_2^* - 0,006x_2^2 + 0,005x_1x_2 \quad (12)$$

Em que:

x_1 = % de substituição da água por polpa de marolo (valores codificados);

x2 = % de substituição da farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi (valores codificados);

*Efeito significativo ($p < 0,05$).

Para a variável índice de expansão, observou-se efeito significativo da substituição da água por polpa de marolo, linear e quadrática, e de farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, em sua forma linear. Ambas exerceram efeito negativo, sendo que, para a substituição por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, este efeito foi maior, se comparado com a substituição por polpa de marolo. Em relação à expansão da massa, não se observou efeito significativo de nenhuma das variáveis.

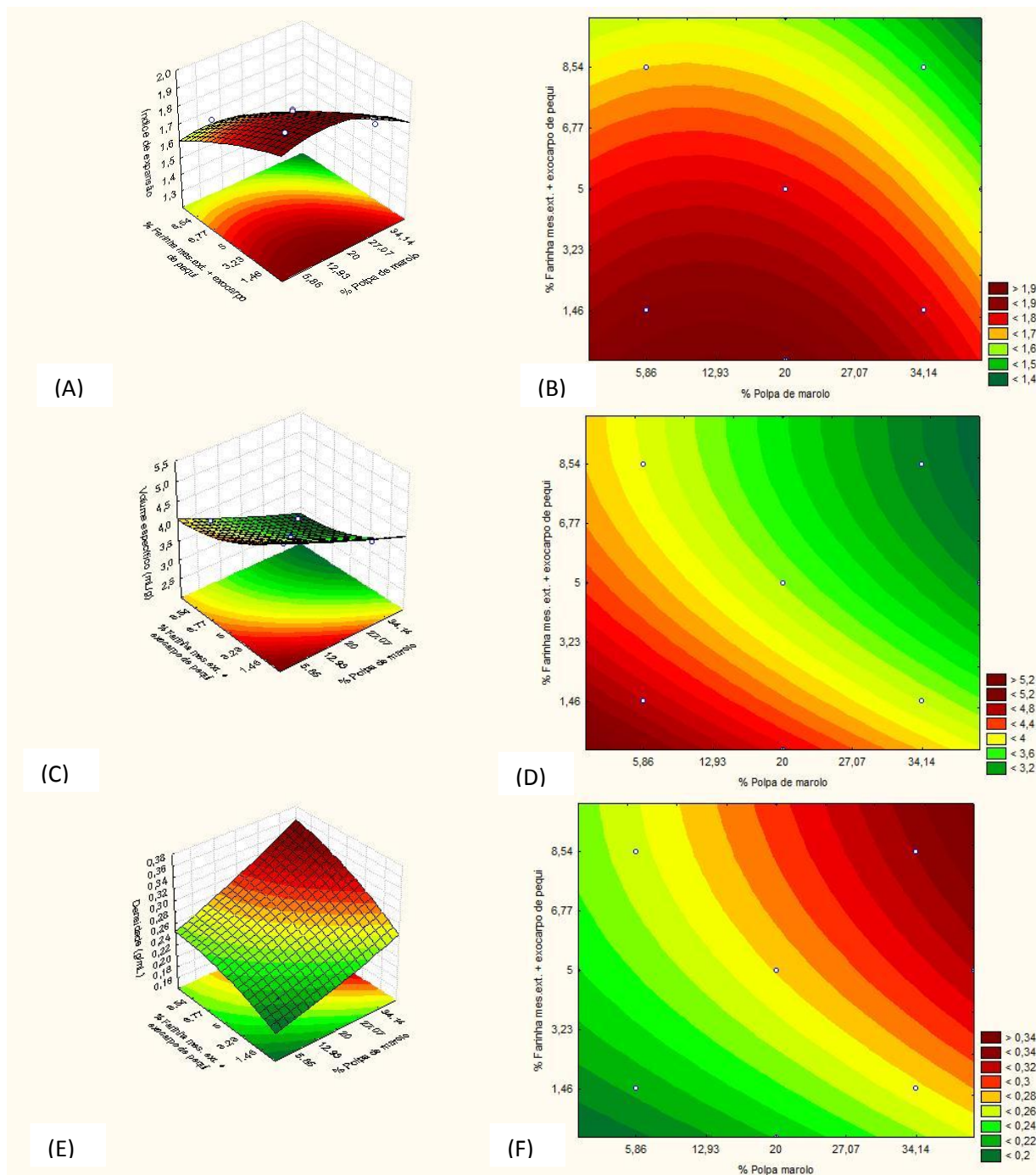
Com relação ao volume específico, houve efeito significativo da substituição da água por polpa de marolo, linear, e da substituição de farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, linear e quadrática. A substituição parcial da farinha de trigo e da água da formulação original pela farinha e polpa dos frutos, mais uma vez, exerceu efeito negativo, sendo, neste caso, o efeito da substituição por polpa de marolo, maior, em relação a substituição por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi. Já para a densidade, observou-se efeito significativo para ambas as substituições, em suas formas lineares. Neste caso, a substituição parcial da farinha de trigo e da água pela farinha e polpa dos frutos, exerceu um efeito positivo, ou seja, contribuiu para o aumento da densidade dos pães. Este efeito foi observado com maior intensidade na substituição parcial da água por polpa de marolo.

Amaya et al. (2013a; 2013b; 2013c) também observaram diminuição do volume específico, e consequente aumento da densidade, ao incorporar suco de caju, suco de manga e suco de goiaba, respectivamente, na elaboração de pães. O mesmo foi observado por Zambelli et al. (2014), que também incorporaram suco de manga na formulação de pães, em combinação com suco de acerola. Sugere-se que a composição dos sucos, particularmente o teor de sólidos solúveis e de fibras, seja potencial enfraquecedora da rede de glúten e, conseqüentemente, leve a uma alteração negativa desses parâmetros (ZAMBELLI et al., 2014). Além das fibras presentes no suco, que competem com as proteínas do glúten pela

água, o alto teor de sólidos contido nesse tipo de matriz alimentar, também pode vir a contribuir negativamente para os parâmetros tecnológicos dos pães. Isso porque o açúcar em excesso também compete pela absorção de água com as proteínas da rede de glúten. Além disso, um teor elevado de sólidos faz com que a fermentação se dê de maneira mais lenta, diminuindo assim, os fatores de expansão, volume, aumentando a densidade dos pães (ADITIVOS & INGREDIENTES). A polpa de marolo utilizada neste delineamento possuía quantidades consideráveis de sólidos solúveis e fibra alimentar (dados não mostrados), o que pode ter contribuído para a alteração considerável dos parâmetros estudados.

Com exceção da variável expansão da massa, foi possível obter bons ajustes de modelos para a construção das superfícies de resposta ($F_{\text{calc.}} > F_{\text{tab.}}$; $R^2 > 7,0$). As superfícies de resposta obtidas para as variáveis índice de expansão, volume específico e densidade dos pães, com suas respectivas curvas de contorno, se encontram expostas na Figura 4.

Figura 4- Superfícies de resposta e curvas de contorno obtidas pelos modelos de regressão linear para as variáveis índice de expansão ((A) e (B)), volume específico ((C) e (D)) e densidade ((E) e (F)) dos pães doces elaborados com polpa de marolo e farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi



O índice de expansão variou de 1,72 (ensaio 5 - % de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, sem incorporação de polpa de marolo) a 1,96 (ensaio 7 – 20% de polpa de marolo, sem incorporação da farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi). Pela

primeira superfície de resposta, é possível observar que a região ótima para o índice de expansão se encontra na faixa de substituição de água por 0% a 30% de polpa de marolo e de farinha de trigo por 0% a 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi. Zambelli et al. (2014), ao substituírem parcialmente a água na elaboração de pães por suco de manga e acerola, obtiveram índice de expansão variando de 1,02 (Substituição de 37,5% de suco de acerola + 37,5% de suco de manga) a 1,32 (25% de suco de manga, sem a incorporação de suco de acerola). Os autores também observaram efeito negativo no índice de expansão, com o aumento dos níveis de substituição.

O menor volume específico (3,08mL/g) foi observado no ensaio 7 (40% de polpa de marolo + 5% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi). Já o maior valor (4,71mL/g) foi obtido no primeiro ensaio, com substituição de 5,86% de polpa de marolo e 1,46% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi. Em relação a essa variável, a melhor faixa de substituição apontada para a polpa de marolo foi de 0% a 10% e, para a farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, de 0% a 1,46%. Entretanto, valores de até 4% para a substituição por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e de até 20% para a polpa de marolo geram valores de volume específico bem próximos da formulação padrão (4,5mL/g), podendo ser consideradas.

Comportamento semelhante ocorre para a variável densidade. Apesar da região ótima estar entre 0% a 1% de substituição por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e de 0% a 5,86% de substituição por polpa de marolo, substituições de até 7% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e até 30% de polpa de marolo, ainda apresentam valores de densidade condizentes com o pão doce padrão (<0,24g/mL). Os valores deste parâmetro variaram de 0,21g/mL (ensaios 1 e 7, com 5,86% de polpa de marolo + 1,46% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e 20% de polpa de marolo + 0% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, respectivamente) a 0,32g/mL (ensaios 4 e 6, com 34,14% de polpa de marolo + 8,54% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e 40% de polpa de marolo + 5% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, respectivamente).

Ao incorporar suco de goiaba na formulação de pães, ao nível de 33%, Amaya et al. (2013c) obtiveram valores de volume específico e densidade de 1,90mL/g e 0,82g/mL, respectivamente. Zambelli et al. (2014) observaram que substituições de 37,5% de suco de manga + suco de acerola promoveram menor volume específico e maior densidade (2,03

mL/g e 0,53g/mL, respectivamente), enquanto que substituições de até 25% de suco de manga, sem a incorporação de suco de acerola geram os melhores valores (3,04 mL/g de volume específico e 0,29g/mL de densidade). Comparando-se esses dados com os obtidos neste estudo, percebe-se que as substituições por polpa de marolo e farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi apresentaram maiores valores de volume específico e menores valores de densidade, indicando que as alterações nessas variáveis se deram com menor intensidade em relação à literatura consultada.

Nas equações a seguir (Equações (13), (14), (15) e (16)) são apresentados os efeitos estimados pelos modelos de regressão para as variáveis associadas à textura dos pães doces (dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade).

$$\text{Dureza (g.f.)} = 970,29^* + 197,57x_1^* - 124,55x_1^2 + 248,59x_2^* - 53,99x_2^2 + 120,64x_1x_2^* \quad (13)$$

$$\text{Elasticidade (m)} = 0,9892^* - 0,008x_1 - 0,012x_1^2 - 0,0155x_2^* - 0,0057x_2^2 - 0,0128x_1x_2 \quad (14)$$

$$\text{Coesividade} = 0,775^* - 0,0146x_1 - 0,0044x_1^2 - 0,018x_2^* - 0,003x_2^2 - 0,0018x_1x_2 \quad (15)$$

$$\text{Mastigabilidade (J)} = 737,46^* - 43,57x_1 - 113,82x_1^2 + 221,54x_2^* - 75,78x_2^2 - 229,05x_1x_2 \quad (16)$$

Para a variável dureza, observou-se efeito significativo das substituições de farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e de água por polpa de marolo, lineares, por polpa de marolo quadrática, bem como da interação entre as duas variáveis lineares. Os efeitos foram significativos, indicando que a substituição parcial da farinha de trigo e da água da formulação original por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi

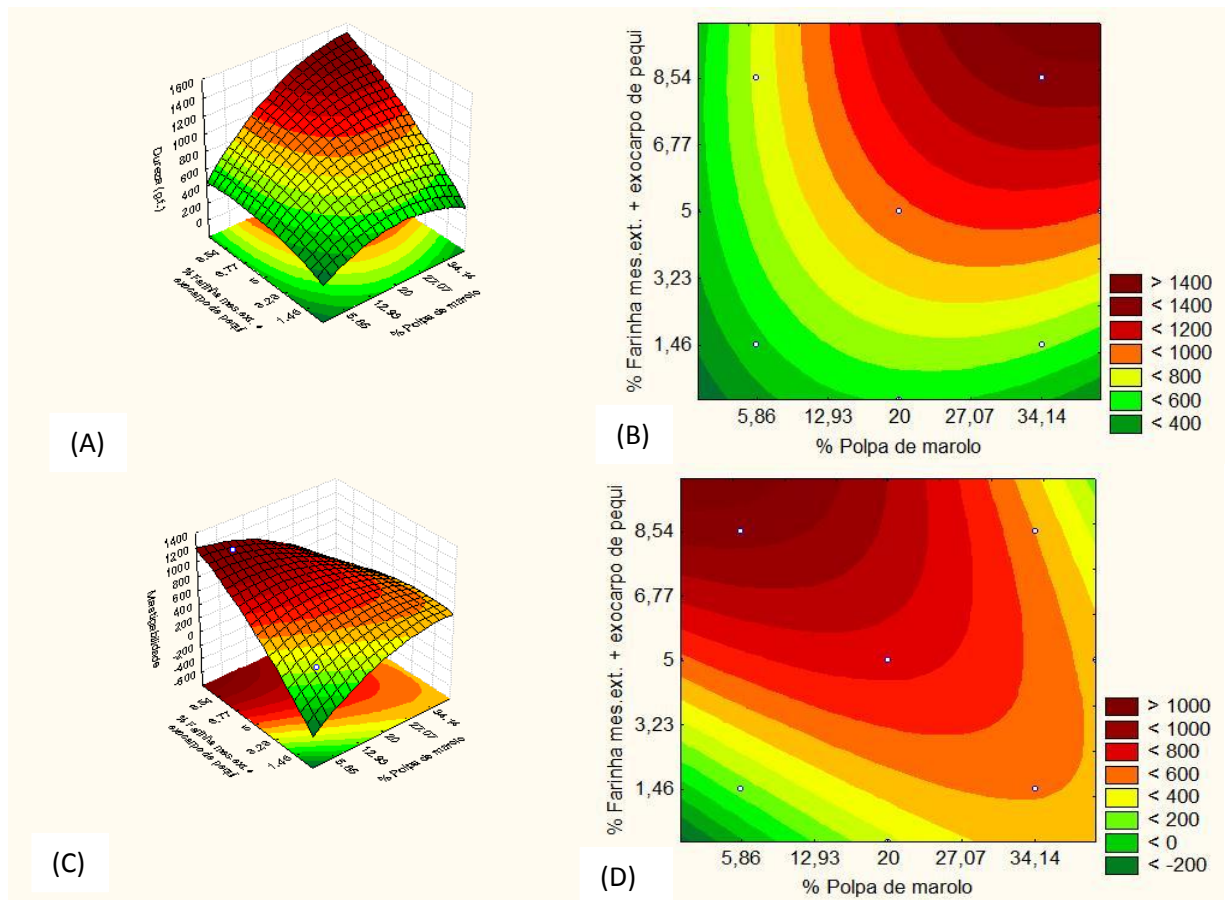
e por polpa de marolo promovem um incremento na dureza dos pães, o que não é uma característica desejável.

Em relação à elasticidade e coesividade, houve efeito significativo somente da substituição da farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, que impacta negativamente sobre essas propriedades dos pães. No entanto, não obteve-se bom ajuste de modelo para essas variáveis, considerando-se a não significância da regressão no teste F e baixo coeficiente de determinação. Sendo assim, não foram construídas superfícies de resposta para essas variáveis.

Já em relação à mastigabilidade, mais uma vez a farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi exerceu efeito significativo, contribuindo para o seu aumento.

As superfícies de resposta e curvas de contorno para as variáveis dureza e mastigabilidade são expostas a seguir (Figura 5).

Figura 5- Superfícies de resposta e curvas de contorno obtidas pelo modelo de regressão linear para as variáveis dureza ((A) e (B)) e mastigabilidade ((C) e (D)) dos pães doces elaborados com polpa de marolo e farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi



O maior valor de dureza (1268,19 g f) foi obtido no ensaio correspondente à substituição máxima de farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi (10%) e ao ponto central da substituição de água por polpa de marolo (20%) (ensaio 8). Já o menor valor (445,37 g.f.) foi observado no ensaio 1, que soma a menor substituição total (5,86% de polpa de marolo e 1,46% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi). O mesmo comportamento foi observado para mastigabilidade cujo menor valor foi de 322,32, no ensaio 1 e o maior (883,77), observado no ensaio 8. Para o modelo correspondente à dureza, observa-se faixa ótima (menores valores de dureza) tendendo aos níveis mínimos de substituição. No entanto, observa-se que os valores de dureza correspondentes ao obtido pelo padrão (531,22g.f.) englobam todos os níveis de substituição. Sendo assim, sugere-se que qualquer nível de substituição, dentro da faixa estudada, irá obter valores de dureza semelhantes ao do pão doce padrão. Em relação à mastigabilidade, apesar da região ótima (menores valores) tender a 0% de substituição por farinha de mesocarpo externo + exocarpo

de pequi, substituições de até 4% atingem valores dentro da faixa obtida pela formulação padrão (<400). Sendo assim, esta pode ser considerada a melhor faixa de substituição para essa variável.

Quando combinada à substituição de parte da água por polpa de marolo, a substituição de parte da farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi apresentou região ótima, variando de 0% a 2%, considerando-se as diferentes variáveis analisadas. Já a substituição da polpa apresentou região ótima variando de 0% a 30%. Valores de substituição de 0% a 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e de 0% a 30% de polpa de marolo podem ser considerados, por estarem dentro da região ótima para a maioria das análises, e por gerarem respostas semelhantes à formulação padrão.

CONCLUSÕES

A substituição parcial da farinha de trigo por farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e de água por polpa de marolo, na fabricação de pães doces, acarreta em mudanças significativas nas propriedades tecnológicas dos produtos. O mesmo pode-se dizer para a substituição de parte da água por polpa de marolo.

A substituição de farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, exerce um efeito negativo nas propriedades tecnológicas dos pães doces, mais acentuado, se comparado à substituição por farinha e polpa de marolo.

Valores de substituição de farinha e trigo por até 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e 10% a 16% de farinha de marolo e substituições da água por até 30% de polpa de marolo, não comprometem de maneira acentuada as propriedades tecnológicas dos pães doces, sendo consideradas as faixas ideais de substituição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADITIVOS & INGREDIENTES NA INDÚSTRIA DA PANIFICAÇÃO. ADITIVOS & INGREDIENTES. Disponível em

<http://aditivosingredientes.com.br/upload_arquivos/201603/2016030356220001459279093.pdf>. Acesso em 15 jan.2018.

AGOPIAN, T.K.D.; SERAVALLI, E.A.G.; Utilização da farinha de jatobá (*Hymenaceea stigonocarpa* Mart.) na fabricação de pão de forma. IV Encontro de Iniciação Científica Universidade Federal do ABC. 21 a 24 de outubro de 2014. **Anais...**, São Caetano do Sul-SP, 2014.

AMAYA, D. A. D.; GOES, T. S.; PINHEIRO, G. K.; BRASIL, D. L.; ZAMBELLI, R. A. Influência do suco de goiaba na capacidade de expansão das massas para a produção de pães tipo forma. **Magistra**, v. 25, p. 582-588, 2013c.

AMAYA, D. A. D.; PINHEIRO, G. K.; BRASIL, D. L.; MELO, P. E. F.; ZAMBELLI, R. A. Efeito do suco de cajú na capacidade de expansão de massas durante o processo de fermentação. **Magistra**, v. 25, p. 482-487, 2013a.

AMAYA, D. A. D.; PINHEIRO, G. K.; BRASIL, D. L.; MELO, P. E. F.; ZAMBELLI, R. A. Incorporação de suco de manga em formulações de pães tipo forma: avaliação das características físicas. **Magistra**, v. 25, p. 436-440, 2013b.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS – A. A. C. C. **Approved methods of American Association of Cereal Chemists**. 9 ed. St. Paul, 1995.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS – AACC. **Approved methods**. 10 ed., v.2, Saint Paul, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA – ABIP, 2014. **O pão francês alimenta e pode ser usado em dietas**. Disponível em: <<http://www.abip.org.br/imagens/file/encarte6.pdf>>. Acesso em 08 jan. 2018.

BARBOSA, R. C. M. V.; AMANTE, E. R. Caracterização físico-química da farinha de casca de pequi (*Caryocar brasiliensis*), Porto Alegre, RS, 2002. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBCTA, p. 1528-1531, 2002.

CARDOSO, L.M.; OLIVEIRA, D.S.; BEDETTI, S.F.; MARTINO, H.S.D.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Araticum (*Annona crassiflora* Mart.) from the Brazilian Cerrado: chemical composition and bioactive compounds. **Fruits**, v.68, p.121-134, 2013.

CHÉVEZ POZO, O. V. **O pequi (Caryocar brasiliense): uma alternativa para o desenvolvimento sustentável do Cerrado no Norte de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 97 p.,1997.

CIVILLE, G. V., SZCZESNIAK, L. Guidelines to training a texture profile panel. **Journal of Texture Studies**, v. 4, p. 204-223, 1973.

CORRÊA, S.C.; REZENDE, M.L.; FERREIRA, E.B.; AZEVEDO, L. Marolo (*Annona crassiflora* Mart.): a study of value chain and processing. **Food Science and Technology**, v.33, p.362-368, 2013.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. de B. ; ASQUERI, E.R. ; LAGE, M.E. ; OLIVEIRA, R. A. ; SILVA, F.A. da ; PINTO, D. M.; RODRIGUES, L. J.; SILVA, É. P.; PAULA, N. R. F. de . Characterization of fruits from the savanna: Araça (*Psidium guinnensis* Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, p. 723-729, 2011.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. de B. ; FERRI, P.H.; PINTO, D.M.; RODRIGUES, L.J. Volatile compounds profile of fresh-cut pequi fruit stored under different temperatures. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, p. 435-439, 2009.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. de B. ; PINTO, D.M.; RODRIGUES, L.J. Influência de diferentes temperaturas na manutenção da qualidade de pequi minimamente processado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 203-212, 2008.

DELLA LUCIA, F. ; FERREIRA, E. B.; SANTOS, R. C. dos; MOREIRA, M. A. M.; CORRÊA, S. C.; VILAS BOAS, E. V. B. de. Acceptability of yoghurt with Marolo pulp (*Annona crassiflora* Mart.) in the traditional and diet/light formulations. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 10, p. 85-92, 2012.

DRAGANO, N. R. V. et al. 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**, v. 65, p. 319-325, 2010.

EL-DASH, A.; GERMANI, R. **Tecnologia de Farinhas Mistas**. Brasília: Embrapa, 1994.

ESTELLER, M., LANNES, S. C. S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 802-806, 2005.

FERREIRA, F. R. et al. Caracterização física e química de frutos maduros de pequi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9, 1987. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, v. 2, p. 643-646, 1987.

GONÇALVES, G. A. S.; VILAS BOAS, E. V. de B. ; RESENDE, J. V. ; MACHADO, A.L.L. ; BOAS, B, M. V. Qualidade dos frutos do pequizeiro submetidos a diferentes tipos de cozimento. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)** , v. 35, p. 377-385, 2011.

GONÇALVES, G. A. S.; VILAS BOAS, E. V. de B. ; RESENDE, J. V. ; MACHADO, A.L.L. ; BOAS, B, M. V.. Qualidade do pequi submetido ao cozimento após congelamento por diferentes métodos e tempos de armazenamento. **Revista Ceres**, v. 57, p. 581-588, 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares – Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>>. Acesso em 20 jan. 2018.

Instituto de Ciência e Tecnologia em Alimentos - ICTA. **Avaliação da Qualidade Tecnológica / Industrial da Farinha de Trigo**. Disponível em:< <http://thor.sead.ufrgs.br/objetos/avaliacao-farinha-trigo/index.php>>. Acesso em 20 dez. 2017.

JÚNIOR, M.S.S.; dos REIS, R.C.; BASSINELLO, P.Z.; LACERDA, D.B.C.; KOAKUZU, S.N.; CALIARI, M. Qualidade de biscoitos formulados com diferentes teores de farinha de casca de pequi. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p. 98-104, abr./jun. 2009.

KTENIOUDAKI, A., & GALLAGHER, E. Recent advances in the development of high-fiber baked products, *Trends in Food Science & Technology*, v.28, p.4-14, 2014.

LEÃO, D.P.; FRANCA, A.S.; OLIVEIRA, L.S.; BASTOS, R.; COIMBRA, M.A. Physicochemical characterization, antioxidant capacity, total phenolic and proanthocyanidin content of flours prepared from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) fruit by-products. *Food Chemistry*, v.225, p.146–153, 2017.

LIMA, J.P.; AZEVEDO, L.; DE SOUZA, N.J. ; NUNES, E.E.; VILAS BOAS, E.V.B. First evaluation of the antimutagenic effect of mangaba fruit in vivo and its phenolic profile identification. *Food Research International*, v. 75, p. 216-224, 2015a.

LIMA, J.P.; BRANDAO, T. M. ; NUNES, E.E.; VILAS BOAS, E. V. B. ; BORGES, S.V. Identificação e quantificação de compostos fenólicos de polpas de frutos do Cerrado. *Revista Magistra*, v. 26, p. 1815-1819, 2014.

LIMA, J.P.; FANTE, C.A.; PIRES, C.R.; NUNES, E.E.; ALVES, R.R.; ELIAS, H.H.; NUNES, C.A.; VILAS BOAS, E.V. de B. The antioxidative potential and volatile constituents of mangaba fruit over the storage period. *Scientia Horticulturae*, v. 194, p. 1-6, 2015b.

MAIA, J.D.; BARROS, M.O.; CUNHA, V.C.M.; SANTOS, G.R.; CONSTANT, P.B.L. Estudo da aceitabilidade do pão de forma enriquecido com farinha de resíduo da polpa de coco. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.17, n.1, p.1-9, 2015.

MATTIETTO, R. A.; LOPES, A. S.; MENEZES, H. C. Caracterização física e físicoquímica dos frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.) e de duas polpas obtidas por dois tipos de extrator. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.13, p.156–164, 2010.

MEZIANI, S.; IOANNOU, I.; JASNIEWSKI, J.; BELHAJ, N.; MULLER, J.; GHOUL, J. M. M.; DESOBRY, S. Effects of freezing treatments on the fermentative activity and gluten network integrity of sweet dough. *Food Science and Technology*, v. 46, n. 2, p. 118-126, 2012b.

NOORT, M.W.J.; VAN HAASTER, D.; HEMERY, Y.; SCHOLS, H.A.; HAMER, R.J. The effect of particle size of wheat bran fractions on bread quality – Evidence for fibre-protein interactions. *J. Cereal Sci.*, v.52, p.59-64, 2010.

OLIVEIRA, D. L.; ROCHA, C. Alternativas Sustentáveis para a Merenda Escolar com o Uso de Plantas do Cerrado, Promovendo Educação Ambiental. *Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient.* ISSN 1517-1256, v. 21, julho a dezembro de 2008. Disponível em: . Acesso em: 18/01/2018.

PERESSINI, D.; SENSIDONI, A. Effect of soluble dietary fibre addition on rheological and breadmaking properties of wheat doughs. *Journal of Cereal Science*, v. 49, n. 2, p. 190–201, 2009.

RABÊLO, A.M.S.; TORRES, M.C.L.; GERALDINE, R.M.; SILVEIRA, M.F.A. Extração, secagem e torrefação da amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v.28, n.4, p.868-871, out.-dez. 2008.

RÉGIS, W.C.B.; de SOUZA, M.R.R.; SILVEIRA, R.A.A. Comparação preliminar da composição química de diferentes partes do pequi (*Caryocar brasiliense*) comercializado no Vale do Jequitinhonha e Norte de Minas Gerais. **Percursos Acadêmicos**, Belo Horizonte, v. 3, n. 6, jul./dez. 2013.

RIBEIRO, M. C.; VILAS BOAS, E. V. B.; Riul, T.R.; SANTOS, A. S.; PANTOJA, L. ; MARINHO, H. A. . Influence of the extraction method and storage time on the physicochemical properties and carotenoid levels of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) oil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** , v. 32, p. 386-392, 2012.

RIBEIRO, R. D.; MIGUEL, D. P.. 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, 2010.

ROCHA, L.S.; SANTIAGO, R.A.C. Implicações nutricionais e sensoriais da polpa e casca de baru (*Dipterix Alata vog.*) na elaboração de pães. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.29, n.4, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v29n4/19.pdf>>. Acesso em 09 jan. 2018.

RODRIGUES, L. J. ; VILAS BOAS, E. V. de B.; PAULA, N. R. F. de ; PINTO, D. M. ; SILVA, L.; PÍCCOLI, R. H . Qualidade microbiológica de pequis comercializados no Norte de Minas Gerais. **Higiene Alimentar**, v. 26, p. 26-31, 2012.

RODRIGUES, L. J.; FERREIRA DE PAULA, N.R. ; PINTO, D.M. ; VILAS BOAS, E.V.B. Growth and maturation of pequi fruit of the Brazilian Cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos (Online)**, v. 35, p. 11-17, 2015.

RODRIGUES, L.J. ; VILAS BOAS, E. V. de B. ; PAULA, N.R. F. de ; PINTO, D. M. ; PÍCCOLI, R. H . Efeito do tipo de corte e de sanificantes no escurecimento de pequi minimamente processado. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)** , v. 35, p. 560-567, 2011.

RODRIGUES, L.J.; VILAS BOAS, E. V. de B. ; PÍCCOLI, R.H.; PAULA, N.R.F. de ; PINTO, D.M.; BOAS, B.M.V. Efeito do tipo de corte e sanificantes no amaciamento de pequi minimamente processado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1793-1795, 2007.

RODRIGUES, L.J.; VILAS BOAS, E.V.B.; PAULA, N.R.F.; ALCÂNTARA, E.M. Caracterização do desenvolvimento de pequi (*Caryocar brasiliense*) temporão do sul de Minas Gerais. **Pesq. Agropec. Trop., Goiânia**, v. 39, n. 3, p. p. 260-265, jul./set. 2009.

ROESLER, R. et al. Antioxidant activity of *Annona crassiflora*: characterization of major components by electrospray ionization mass spectrometry. **Food Chemistry**, v. 104, p. 1048-1054, 2007.

SANGNARK, A. e NOOMHORM, A. Effect of dietary fiber from sugarcane bagasse and sucrose ester on dough and bread properties. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v.37, n.7, p.697-704, 2004.

SILVA, E.P ; SIQUEIRA, H. H ; DO LAGO, R.C. ; ROSELL, C. M ; VILAS BOAS, E.V.B. Developing fruit-based nutritious snack bars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, p. 52-56, 2014.

SILVA, E.P.; VILAS BOAS, E.V.B.; XISTO, A.L.P.R. Characterization and development of marolo (*Annona crassiflora*, Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos (Online)**, v. 33, p. 666-675, 2013a.

SILVA, M. R.; GARCIA, G. K. S.; FERREIRA, H. F. Caracterização química, física e avaliação da aceitação de pão de queijo com baixo teor energético. **Alim. e Nutr**, v. 14, n. 1, p. 69-75, 2003.

SIQUEIRA, B.S.; SOARES JÚNIOR, M.S.; FERNANDES, K.F.; CALIARI, M.; DAMIANI, C. Effect of soaking on the nutritional quality of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) peel flour. **Food Sci. Technol**, Campinas, v.33, n.3, p.500-506, July-Sept. 2013.

SOUZA, E.C. de ; VILAS BOAS, E. V. de B. ; BOAS, B.M.V.; RODRIGUES, L.J.; PAULA, N.R.F. de . Qualidade e vida útil de pequi minimamente processado armazenado sob atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1811-1817, 2007.

STATSOFT INC. **Statistica for windows**: release 8.0 A. Tulsa, 2006. software.

TEDRUS, G. A. S.; ORMENESE, R. C. S. C.; SPERANZA, S. M.; CHANG, Y. K.; BUSTOS, F. M. Estudo da adição de vital glúten à farinha de arroz, farinha de aveia e amido de trigo na qualidade de pães. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 20-25, 2001.

VILAS BOAS, B.M.; GONÇALVES, G.A.S. ; ALVES, J.A. ; VALÉRIO, J. M. ; ALVES, T.C. ; RODRIGUES, L.J ; PÍCCOLI, R.H.; VILAS BOAS, E. V. B. Qualidade de pequis fatiados e inteiros submetidos ao congelamento. **Ciência Rural (UFMS. Impresso)**, v. 42, p. 904-910, 2012.

VILAS BOAS, B.M.; ALVES, A.P. ; ALVES, J.A. ; RODRIGUES, L.J. ; ALVES, T.C.; VILAS BOAS, E.V.B . Caracterização física, química e bioquímica do mesocarpo interno de frutos do pequizeiro colhidos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural (UFMS. Impresso)**, v. 43, p. 2285-2290, 2013.

VILLELA, P.; BATISTA, A.G.; DESSIMONI-PINTO, N.A.V. Nutritional composition of *Annona crassiflora* pulp and acceptability of bakery products prepared with its flour. **Food Sci. Technol**, Campinas, v.33, n.3, p.417-423, July-Sept. 2013.

ZAMBELLI, R.A.; ARAÚJO, M .M.N.; PINTO, L.I.F.; MELO, P.E.F.; PONTES, D.F. Inovação tecnológica no processamento de pães: otimização da incorporação de suco de acerola e manga. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. 19 a 22 de outubro de 2014. **Anais...** Florianópolis-SC, 2014.

ZAMBELLI, R.A.; ARAÚJO, M .M.N.; PINTO, L.I.F.; PINHEIRO, G.K.; BRASIL, D.L.; PONTES, E.R.; PONTES, D.F. Otimização dos parâmetros físicos de pães tipo forma incorporados de açaí e quitosana utilizando a metodologia de superfície de resposta. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. 19 a 22 de outubro de 2014. **Anais...** Florianópolis-SC, 2014.

ARTIGO 3

POTENCIAL NUTRICIONAL, FUNCIONAL E SENSORIAL DE PÃES DOCES ENRIQUECIDOS COM POLPA E FARINHA DE MAROLO E DE CASCA DE PEQUI

Norma NBR 6022 (ABNT 2003)

Rafael Carvalho do Lago, Mariana Crivellari da Cunha, Lucas Ferreira Rodrigues, Elisângela Elena Nunes de Carvalho, Joelma Pereira, Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-00, Lavras – MG, Brasil.

RESUMO

A inserção de frutos do Cerrado na elaboração de novos produtos, pode constituir em alternativa para melhorar a alimentação da população em geral, sobretudo aquelas mais vulneráveis, além de contribuir para a valorização e preservação do bioma, e geração de renda ao pequeno produtor, vindo ao encontro do conceito de segurança alimentar e nutricional. Objetivou-se com este trabalho, estudar as características físicas, químicas, capacidade antioxidante e a aceitação sensorial de pães doces, enriquecidos com polpa e farinha de marolo e farinha de casca de pequi, com vista a aplicá-los como alternativa saudável na merenda escolar. Parte da água da formulação original dos pães foi substituída por polpa de marolo e parte da farinha de trigo foi substituída por farinhas de marolo e de casca de pequi. Utilizou-se delineamento experimental em fatorial 2 x 3 x 2, sendo dois níveis de polpa de marolo (0% e 30%), 3 níveis de farinha de marolo (0%, 10% e 16%) e 2 níveis de farinha de casca de pequi (0% e 2%). Os pães foram analisados quanto a coloração da crosta e do miolo, textura do miolo, composição centesimal, fibra alimentar, vitamina C, fenólicos totais e capacidade antioxidante. A avaliação sensorial foi realizada com alunos do 1º ao 4º ano do ensino fundamental, na faixa etária de 6 a 10 anos, de uma escola pública. A substituição parcial da farinha de trigo por farinhas de marolo e de casca de pequi, bem como da água por polpa de marolo, contribuiu para o incremento dos teores de fibra alimentar, compostos fenólicos, vitamina C e atividade antioxidante dos pães. Diferenças sensoriais significativas não foram observadas entre os pães doces preparados a partir das diversas formulações, sendo todos bem aceitos. Os pães elaborados são apresentados como alternativas saudáveis para a merenda escolar, e têm potencial para atender não só as populações vulneráveis, como também o público fitness.

PALAVRAS-CHAVE: Fibra alimentar. Vitamina C. Fenólicos. Capacidade antioxidante. Análise sensorial. Merenda escolar. Panificação. Alimentos funcionais. Segurança alimentar e nutricional.

ABSTRACT

The inclusion of Cerrado fruits in the elaboration of new products may constitute an alternative to improve the food supply of the population in general, especially those most vulnerable, besides contributing to the valorization and preservation of the biome and income generation to the small producer, what meets the concept of food and nutritional security. The objective of this work was to study the physical, chemical, antioxidant capacity and sensory acceptance of sweet breads enriched with marolo pulp and flour and pequi rind flour, in order to apply them as a healthy alternative in school meals. Part of the water from the original formulation of the breads was replaced by marolo pulp and part of the wheat flour was replaced by marolo pulp and pequi rind flours. A 2 x 3 x 2 factorial design was used, with two levels of marolo pulp (0% and 30%), 3 levels of marolo pulp flour (0%, 10% and 16%) and 2 levels of pequi rind flour (0% and 2%). The breads were analyzed for crust and core color, crumb texture, proximate composition, dietary fiber, vitamin C, total phenolics and antioxidant capacity. Sensory evaluation was performed with elementary school students (6 to 10 years old) from the 1st to the 4th year, of a public school. The partial replacement of wheat flour by pequi rind and marolo pulp flours, and of water by marolo pulp contributed to increase the levels of dietary fiber, phenolic compounds, vitamin C and antioxidant activity of the breadsloaves. Significant sensorial differences were not observed among sweet breads prepared from the various formulations, all of which are well accepted. Processed breads are presented as healthy alternatives to school meals and have the potential to serve not only vulnerable populations but also the fitness public.

KEY WORDS: Food fiber; Vitamin C. Phenolic. Antioxidant capacity. Sensory analysis. School lunch. Baking. Functional food. Food and nutrition security.

INTRODUÇÃO

A má alimentação, associada a hábitos pouco saudáveis, como o sedentarismo, tem contribuído para o aumento da prevalência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT's), como obesidade, diabetes, hipertensão, cardiovasculopatias, osteoporose e vários tipos de cânceres, observados nos últimos anos (VOLP; RENHE; STRINGUETA, 2009). Ao mesmo tempo, grande parte da população mundial vive em situação de insegurança alimentar, com precariedade de nutrientes. O consumo regular de frutas e hortaliças figura-se como alternativa para o combate às DCNT's, ao mesmo tempo que contribui para a garantia de segurança alimentar e nutricional à população.

O último relatório da FAO (2015) sobre segurança alimentar e nutricional no Brasil, mas válido para outros países, destacou como prioridade o desenvolvimento e fortalecimento de políticas públicas voltadas para a população mais vulnerável, e a adoção de medidas que diminuam o desperdício de alimentos, além do desafio de promover a alimentação saudável. A recomendação da FAO, é que as dietas apresentem em sua composição, alimentos nutricionalmente ricos, e atribuem como principal responsável por esse tipo de alimento, o agricultor familiar. Os pequenos agricultores são responsáveis por mais de 70% dos alimentos que chegam diariamente às mesas, e a produção deles vem de uma fonte sustentável e, acima de tudo, saudável (FAO, 2015).

Exemplos de políticas públicas que visam melhorar a alimentação da população, sobretudo as mais vulneráveis, são os programas que envolvem a alimentação escolar, geralmente aplicado em instituições públicas. Nos EUA, têm-se os chamados *School Nutrition Programs* (SNP), ou Programas de Nutrição Escolar, que visam salvaguardar a saúde e bem-estar dos escolares, por meio da oferta de lanches e refeições nutricionalmente equilibradas. Exemplos de programas que englobam essa estratégia são *After school Care Program* (ASCP), ou Programa de cuidados pós-escolares; *Seamless Summer Option* (SSO), ou Opção de Verão Ininterrupto; *Fresh Fruit and Vegetable Program* (FFVP), ou Programa de Frutas e Vegetais Frescos; *School Breakfast Program* (SBP), ou Programa do Café-da-manhã na Escola e; *Special Milk Program* (SMP), ou Programa Especial do Leite (TEXAS DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2013).

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), do governo federal brasileiro, figura-se como o maior programa de suplementação alimentar da América Latina (BELIK; DOMENE, 2012). Implantado em 1955, teve seu escopo de responsabilidades ampliado por meio da Lei nº 11947 de 16 de junho de 2009, incluindo a alimentação como um direito do aluno e um dever do Estado (Artigo 3º). Seu objetivo, assim como os *School Nutrition Programs*, é atender as necessidades nutricionais do educando durante sua permanência em sala de aula, contribuindo para seu crescimento, desenvolvimento, aprendizagem e rendimento escolar, bem como promover a formação de hábitos alimentares saudáveis (FREITAS et al., 2013). Uma das recomendações do PNAE é que o cardápio semanal ofereça pelo menos três porções de frutas e hortaliças, as quais podem ser consumidas frescas ou utilizadas para o preparo de bolos, vitaminas, dentre outras preparações. Além disso, 30% da verba repassada pelo governo para a merenda escolar deve ser utilizada para a compra de produtos de agricultura familiar, e de pequenos produtores (BRASIL, 2009).

Os frutos do Cerrado representam fonte principal de renda para muitos produtores, sobretudo, os pequenos produtores, e aqueles ligados à agricultura familiar (CORRÊA et al., 2013; CARDOSO et al., 2012). O estímulo ao consumo e à comercialização, no entanto, está muito aquém do ideal, sendo que ainda hoje, o extrativismo é a principal forma de obtenção desses frutos (RODRIGUES et al., 2015). Entretanto, o uso irresponsável, irracional e não planejado do Cerrado, principalmente sua transformação em áreas de pastagens e monoculturas, tem reduzido de forma drástica o número de espécimes, bem como a biodiversidade deste importante bioma. Logo, a busca por alternativas que estimulem o consumo dos frutos nativos e a preservação do bioma Cerrado, se fazem necessárias. Dentre os frutos do Cerrado com potencial comercial a ser explorado, destacam-se o marolo (*Annona crassiflora* Mart.) e o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.).

O marolo, ou araticum, é utilizado como matéria-prima para a produção de doces, sorvetes e licores, geralmente em escala artesanal (DRAGANO et al., 2010; ROESLER et al., 2007). Estudos apontam o fruto como potencial ingrediente em geleias (DAMIANI et al., 2012; 2017), iogurte (DELLA LUCIA et al., 2012; OLIVEIRA; ROCHA, 2008), barras alimentícias (SILVA et al., 2014) e produtos de panificação (VILELA; BATISTA; DESSIMONI-PINTO, 2013). A aplicação do marolo como ingrediente no desenvolvimento de novos produtos, agrega valor nutricional e funcional aos mesmos, tendo em vista as propriedades bioativas e o excelente valor nutricional do mesmo, evidenciados pelos seus

teores de fibra alimentar, vitamina C e capacidade antioxidante (DAMIANI et al, 2011; SILVA et al., 2013; VILAS BOAS e SILVA, 2009;).

Já o pequi, embora seja amplamente utilizado como ingrediente na culinária local e na elaboração de produtos, tem o uso da casca (conjunto mesocarpo externo + exocarpo) negligenciado (SOARES JÚNIOR et al., 2010; SIQUEIRA et al., 2013). Tendo em vista que a casca compõe cerca de 76% do fruto (VERA et al., 2007), sua subutilização figura-se como um desperdício. O aproveitamento integral de alimentos, com o uso de partes habitualmente descartadas, constitui em alternativa sustentável, agrega valor nutritivo às preparações, reduz a produção de lixo orgânico e beneficia a renda familiar, o que vem ao encontro do conceito de segurança alimentar e nutricional (DAMIANI et al., 2011; SILVA; RAMOS, 2009; VALENÇA; SANTANA; FREITAS, 2008). Logo, o aproveitamento integral do pequi, com a aplicação do conjunto mesocarpo externo + exocarpo no desenvolvimento de novos produtos, contribui para a valorização do produto e constitui uma opção a mais de renda para o pequeno produtor.

O pão é um alimento altamente consumido em todo mundo, constituindo-se em uma das principais fontes energéticas da população, sobretudo aquelas que apresentam maior vulnerabilidade socioeconômica (KTENIOUDAKI & GALLAGHER, 2012; IBGE, 2011). Entretanto, por ser constituído, em sua maior parte, por carboidratos, é normalmente pobre nutricionalmente. Apesar disso, devido ao seu grande alcance populacional, o pão se faz uma alternativa para a incorporação de resíduos e ingredientes, que podem aumentar o valor nutricional e apelo funcional do produto, e melhorar a alimentação do consumidor (MAIA et al., 2015; ROCHA, 2009).

Sendo assim, a incorporação de farinhas e polpa de frutos do Cerrado, como o marolo e o mesocarpo externo + exocarpo de pequi, na elaboração de pães, pode constituir em alternativa para melhorar o valor nutricional do produto, a fim de suprir as necessidades de populações vulneráveis, e melhorar a alimentação do público que busca uma alimentação mais saudável, ao mesmo tempo que contribui para a valorização do bioma Cerrado e do pequeno produtor local.

O objetivo deste estudo foi a avaliação da substituição parcial da farinha de trigo por farinhas de marolo e da casca do pequi, e da substituição parcial da água por polpa de marolo, sobre o potencial nutricional, funcional e sensorial de pães enriquecidos com coprodutos de

frutos do Cerrado, com vista a aplicá-los como alternativa saudável na merenda escolar, e em populações em situação de insegurança alimentar e nutricional.

MATERIAL E MÉTODOS

Delineamento experimental

Um delineamento experimental inteiramente casualizado, em fatorial 2 x 3 x 2, foi adotado, sendo 2 níveis do fator polpa de marolo, em substituição parcial à água (0% e 30%), 3 níveis do fator farinha de marolo, em substituição parcial à farinha de trigo (0%, 10% e 16%) e 2 níveis do fator farinha do mesocarpo externo e exocarpo do pequi, em substituição parcial à farinha de trigo (0% e 2%), em três repetições. Os níveis de substituição utilizados para este estudo foram previamente definidos por meio de testes relativos às propriedades tecnológicas dos pães, sendo selecionados aqueles que menos acarretaram em mudanças no produto final. Na Tabela 1 são expostos os diferentes níveis de substituição, utilizados em cada tratamento.

Tabela 1- Níveis de substituição de farinha de trigo e água utilizados em cada formulação de pão doce

Tratamento	Substituição da farinha de trigo por farinha de marolo (%)	Substituição da farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi (%)	Substituição da água por polpa de marolo (%)
1	0	0	0
2	10	0	0
3	10	2	0
4	16	0	0
5	16	2	0
6	0	2	0
7	0	0	30
8	0	2	30
9	10	0	30
10	10	2	30
11	16	0	30
12	16	2	30

Aquisição das amostras e preparo da matéria prima

Os marolos e pequis foram adquiridos de comerciantes dos municípios de Curvelo-MG e Montes Claros-MG, Brasil, respectivamente. No ato da aquisição, foi realizada a seleção visual dos frutos, sendo adquiridos aqueles que se apresentavam íntegros, sem defeitos e maduros. Uma vez adquiridos, os frutos foram transportados para a Planta Piloto de Processamento Mínimo de Vegetais, do Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras-MG. Lá, foram lavados em água corrente, com auxílio de detergente neutro, para a retirada das sujidades. Em seguida, foram sanificados em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm, por 15 minutos. Feito isso, foram descascados e direcionados às demais etapas de processamento. Para o marolo, foi realizado o processamento da parte comestível em despoldadeira elétrica Halber Macanuda ®, modelo MJJ-05, 0,5 CV de potência, para a obtenção da polpa, isenta de sementes. Parte dessa polpa foi armazenada em

sacos plásticos e mantida sob congelamento em freezer a -18°C . O restante foi utilizado para o preparo da farinha, seguindo-se os seguintes procedimentos: secagem em estufa a 65°C , por 72h, moagem em moinho de facas e posterior peneiragem, utilizando-se peneira de Mesh nº 9. Com relação ao pequi, foi feita a separação manual do putâmen (mesocarpo interno + endocarpo + semente) e da casca (conjunto mesocarpo externo + exocarpo), sendo a segunda, utilizada para obtenção de farinha. As cascas passaram, inicialmente, por um processo de branqueamento, a vapor, por 12 minutos, para a inativação de enzimas de escurecimento. Em seguida, foram secas em estufa a 65°C , por 24h, sendo trituradas e peneiradas sob as mesmas condições da farinha de marolo. As farinhas obtidas foram armazenadas em frascos de vidro hermeticamente fechados, envoltos por papel alumínio, sob temperatura de $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$, em local seco e arejado, protegido de luz.

Processamento dos pães

O processamento dos pães doces se deu na padaria experimental do Laboratório de Grãos, Raízes e Tubérculos, do Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras-MG, Brasil. Foi utilizada como base, uma formulação padrão, com a seguinte composição, tomando-se como 100% a farinha de trigo: água (45%), leite em pó (6%), fermento biológico (2%), sal (2%), açúcar (10%), óleo de soja (5%) e ovos (15%). Essa formulação foi definida com base em testes preliminares. Para o preparo dos pães, foi adotado o método direto, em que todos os ingredientes são colocados de maneira simultânea para a mistura, com exceção do sal e da água. Todos os ingredientes foram pesados em balança semianalítica. A massa foi trabalhada em batedeira Wallita® com 5 velocidades, 250W de potência. Primeiramente, os ingredientes, com exceção do sal e da água, foram misturados em velocidade baixa, por cerca de 1 minuto. Em seguida, foi adicionada a água e realizada a mistura, em velocidade média. Quando começou-se 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 80g, modeladas em modelador de pães G.Painz® e levadas à câmara de fermentação Klimaquip®, modelo CFCK-20, 2,2 KW de potência, a 30°C e 90% de umidade relativa, por 90 minutos. Em seguida, os pães foram assados em forno elétrico industrial Prática Technicook,

9,5 KW de potência, a 150°C, por 20 minutos. Após esfriarem até a temperatura de 25°C, os pães foram acondicionados em sacos plásticos e armazenados em local seco e arejado, até o momento da realização das análises. As análises físicas (coloração e textura) foram realizadas no dia seguinte ao processamento. Amostras de cada um dos 12 tratamentos foram coletadas e armazenadas em freezer (-18°C), imediatamente após o resfriamento dos pães, para a realização das análises centesimais, de compostos bioativos e atividade antioxidante. Para a análise sensorial, os pães foram elaborados e ofertados no mesmo dia.

Análises físicas

As diferentes formulações de pães foram avaliadas quanto a coloração e perfil de textura. Para a análise de coloração, da crosta e de miolo dos pães, utilizou-se o colorímetro Minolta CR-400, iluminante D65, com a determinação das variáveis L*, croma e h°. A análise do perfil de textura (TPA) dos pães foi realizada no analisador de textura TA-XT2i, utilizando 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: 20g. Foram avaliados os parâmetros dureza (g f), elasticidade, coesividade e mastigabilidade. Para a realização do teste foram colocadas duas fatias de pão, de 1cm cada, sobrepostas uma sobre a outra, para que houvesse a compressão. As análises de coloração e textura foram realizadas em região correspondente ao terço médio dos pães, descartando-se as extremidades.

Composição centesimal

A composição centesimal dos pães foi determinada de acordo com AOAC (2016), com a avaliação dos teores de umidade, extrato etéreo, proteína e cinzas. A fibra alimentar foi determinada pelo método enzimático-gravimétrico, descrito por AACC (2000). Todos os resultados foram expressos em porcentagem na matéria integral.

Compostos bioativos e capacidade antioxidante

Para avaliação dos compostos bioativos presentes nos pães, foram feitas análises de compostos fenólicos, vitamina C e atividade antioxidante.

A obtenção dos extratos para análise de compostos fenólicos e atividade antioxidante foi feita segundo metodologia descrita por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997), com adaptações. Cerca de 1g de amostra foi adicionada em tubos para centrífuga, com mais 10 mL de metanol 50%. Após 20 minutos em repouso, em ambiente escuro, os tubos foram levados à sonificação em banho ultrassônico, por 15 minutos. Em seguida, foram centrifugados, por 15 minutos, a 21952 gf. O sobrenadante foi reservado e foi feita uma reextração, sob as mesmas condições, agora com 10mL de acetona 70%. No final do procedimento, os dois sobrenadantes foram combinados e os extratos armazenados em freezer (-18°C).

O teor de fenólicos totais foi avaliado por duas metodologias distintas, Folin Ciocalteau e Fast blue. A primeira foi realizada segundo Waterhouse (2002), em que alíquotas de 0,5 mL dos extratos das amostras foram adicionadas em tubos de ensaio, em combinação com 2,5 mL do reagente Folin Ciocalteau 10% e 2 mL de carbonato de sódio 4%, sendo as leituras realizadas em espectrofotômetro, a 760 nm, após 2h de incubação. Já o método de Fast blue utilizado foi o proposto por Medina (2011). Quatro mL dos extratos foram adicionados em tubos de ensaio, com mais 0,4 mL de solução Fast blue 0,01% e 0,4 mL de NaOH 5%. Após 1h de repouso, em ambiente escuro, as leituras foram procedidas, em espectrofotômetro, a 420 nm. O padrão utilizado, em ambas as metodologias, foi o ácido gálico, sendo os resultados expressos em mg equivalente ácido gálico (EAG) 100 g⁻¹.

O teor de vitamina C dos pães foi avaliado pelo método colorimétrico, proposto por Strohecher & Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico. 100 g⁻¹ de amostra.

A capacidade antioxidante dos pães foi avaliada por três métodos distintos: DPPH (IC₅₀), Sistema β-caroteno/ácido linoleico e FRAP.

A determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH foi realizada segundo metodologia descrita por Rufino et al. (2007)^b. Os resultados foram expressos IC₅₀ em g de amostra.g⁻¹ de DPPH. A determinação da atividade antioxidante pelo método β-caroteno/ácido






linoleico foi realizada segundo a metodologia descrita por Rufino et al. (2006) e Duarte et al. (2006). Os resultados foram expressos em percentagem de proteção à oxidação. A determinação da atividade antioxidante pelo método de Redução do Ferro (FRAP) foi feita segundo metodologia proposta por Rufino et al. (2006). Os resultados foram expressos em μM sulfato ferroso. g^{-1} de amostra.

Análise sensorial

A análise sensorial dos pães foi realizada em uma escola pública, da cidade de Lavras-MG, Brasil, com alunos do 1º ao 4º ano do ensino fundamental, regularmente matriculados.

Amostras dos 12 pães foram avaliadas sensorialmente por cerca de 80 crianças, na faixa etária de 6 a 10 anos, em duas sessões distintas, com a oferta de 6 amostras cada. A avaliação se deu de forma individualizada, em ambiente livre de interferências externas. Foram ofertadas fatias de pão, com cerca de 5g cada. As amostras foram servidas com pequena quantidade (uma ponta de faca) de margarina com sal 80% de lipídeos, visto que assim, se dá o consumo habitual de pães. Os seis tratamentos foram ofertados de maneira simultânea, sendo estes 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 se deu 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 (Número do parecer: 2.227.875).

Figura 1 - Ficha de escala hedônica facial de 5 pontos para crianças do 1º ao 5º ano

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: _____				

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias, quando significativas, comparadas, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Scott Knott, utilizando-se o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2000). A análise de Componentes Principais (PCA) foi realizada no programa estatístico Sensomaker (NUNES; PINHEIRO, 2012). Já a correlação de Pearson, foi realizada no programa computacional Statistica versão 8.0 (STATSOFT INC, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises físicas

Na Tabela 2, encontram-se as variáveis relativas à coloração da crosta e do miolo dos pães doces enriquecidos com polpa e farinha de marolo, e farinha de casca de pequi. Na Tabela 3, é mostrado o perfil de textura dos pães.

Tabela 2- Coloração da crosta e do miolo de pães doces com diferentes níveis de substituição de polpa e farinha de marolo e farinha de casca de pequi

Tratamento	L*crosta	Croma crosta	h° crosta	L* miolo	Croma miolo	h° miolo
1	52,39b	33,30 ^a	68,33a	70,39b	18,86h	106,73 ^a
2	46,85d	28,89c	63,40b	65,89c	24,37c	94,04c
3	46,16d	26,53d	62,82b	58,33f	20,70f	85,40g
4	46,32d	27,42c	61,40c	64,25d	25,57b	89,53e
5	45,08d	25,53d	61,18c	57,58f	22,28e	83,68h
6	51,60b	31,85b	68,98a	62,89d	18,58h	92,04d
7	54,01a	34,32 ^a	69,00a	73,52a	22,23e	103,75b
8	51,37b	32,31b	68,86a	64,92c	19,68g	92,39d
9	48,53c	31,38b	64,65b	69,83b	26,21b	92,89d
10	47,25d	29,90b	64,76b	61,66e	22,59e	86,23g
11	48,47c	31,26b	64,30b	66,12c	28,18a	88,53f
12	47,03d	27,78c	63,85b	60,43e	23,45d	84,31h

*Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo Teste de Scott Knott a 5% de significância. Tratamentos (% farinha polpa marolo - % farinha casca pequi - % polpa marolo): 1(0-0-0); 2(10-0-0); 3 (10-2-0); 4 (16-0-0); 5 (16-2-0); 6 (0-2-0); 7 (0-0-30); 8 (0-2-30); 9 (10-0-30); 10 (10-2-30); 11 (16-0-30); 12 (16-2-30).

Tabela 3 - Perfil de textura de pães doces com diferentes níveis de substituição de polpa e farinha de marolo e farinha de casca de pequi

Tratamento	Dureza	Elasticidade	Coesividade	Mastigabilidade
1	1064,43f	0,989a	0,77a	740,61f
2	1158,47f	0,958a	0,724b	866,65e
3	1401,72e	0,977a	0,716b	941,21e
4	1484,25e	0,957a	0,655c	1040,06d
5	1793,55d	0,974a	0,647c	1136,86d
6	1438,35e	0,975a	0,758a	1143,45d
7	1614,29e	0,953a	0,763a	749,91f
8	2110,24c	0,969a	0,741a	1305,78c
9	2037,09c	0,945a	0,749a	1235,95c
10	2222,97c	0,945a	0,718b	1479,49b
11	2419,54b	0,949a	0,724b	1490,45b
12	2881,96a	0,933a	0,659c	1693,70 ^a

*Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo Teste de Scott Knott a 5% de significância. Tratamentos (% farinha polpa marolo - % farinha casca pequi - % polpa marolo): 1(0-0-0); 2(10-0-0); 3 (10-2-0); 4 (16-0-0); 5 (16-2-0); 6 (0-2-0); 7 (0-0-30); 8 (0-2-30); 9 (10-0-30); 10 (10-2-30); 11 (16-0-30); 12 (16-2-30).

Em relação a coloração da crosta dos pães doces, o tratamento 7 apresentou o maior valor L*, enquanto as formulações 2, 3, 4, 5, 10 e 12 não diferiram entre si, estatisticamente, apresentando as menores médias. As formulações 6 e 8 não diferiram do controle, enquanto as formulações 9 e 11 apresentaram médias superiores ao controle, todas essas formulações com valores intermediários de L*. Visto que a formulação 7 (30% de polpa de marolo) não apresenta substituição parcial da farinha de trigo, é coerente que esta obtenha coloração mais clara. Isso porque, além da coloração mais escura das farinhas dos frutos, em relação à farinha de trigo, a alta concentração de açúcares contida nas farinhas pode ter favorecido a ocorrência da reação de Maillard, que promoveu o escurecimento da crosta (AMREIN et al., 2004; DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2008). De fato, as formulações 6 e 8 detêm a menor substituição da farinha de trigo (ambas possuem 2% de substituição da farinha de trigo por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi), o que explica sua semelhança com a

formulação controle, ao passo que as formulações 2, 3, 4, 5, 10 e 12 possuem níveis de substituição de farinha de trigo variando de 10% a 18%, justificando, portanto, sua coloração mais escura. Quanto à cromaticidade, não houve diferença estatística entre o tratamento 7 (30% de polpa de marolo) e o controle, que apresentaram as maiores médias, caracterizando-se por uma coloração mais vívida. Já os menores valores foram observados nos tratamentos 3 (10% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi) e 5 (16% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi). Visto que os tratamentos 1 e 7 não apresentam substituição parcial de farinha de trigo, os resultados obtidos para a variável Croma, apontam, assim como ocorreu para os valores L^* , a maior tendência das farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi a alterarem a coloração dos pães, promovendo o escurecimento, observado pelos menores valores de L^* e opacidade, caracterizada pelos menores valores de Croma. Já em relação ao h° , não houve diferença estatística entre o controle e os tratamentos 6, 7 e 8, que apresentaram as maiores médias. Os menores valores foram observados nos tratamentos 4 e 5. Os demais tratamentos não se diferiram estatisticamente, apresentando valores intermediários. Uma vez que os maiores valores de h° foram observados nos tratamentos 6, 7 e 8, que não possuem adição de farinha de marolo, e observando-se a faixa em que esses valores se encontram, sugere-se uma tendência dos pães em que houve substituição parcial da farinha de trigo por farinha de marolo, a apresentarem coloração marrom alaranjada mais intensa, característica da farinha de marolo.

Relativo ao miolo dos pães, para a variável L^* , observou-se comportamento semelhante ao da crosta. A formulação 7 apresentou maior valor, indicando coloração mais clara, enquanto os tratamentos 3 e 5 apresentaram a menor média, indicando coloração mais escura. Com relação ao Croma, não houve diferença significativa entre as formulações 1 (controle) e 7 (30% de polpa de marolo), que apresentaram os menores valores. A maior média foi observada no ensaio 11 (16% de farinha de marolo + 30% de polpa de marolo). Para o h° , houve diferença significativa entre o controle e os demais tratamentos. Neste caso, as substituições parciais da farinha de trigo por farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e da água por polpa de marolo, promoveram uma diminuição das médias, o que indica a intensificação da coloração amarelada no miolo dos pães. À parte do controle, o maior valor de h° foi observado no tratamento 7 (30% de polpa de marolo), ao passo que as amostras 3 (10% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de

pequi) e 10 (10% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi) não se diferiram estatisticamente, apresentando as menores médias.

A coloração mais escura dos pães pode promover rejeição por certos tipos de público, ao mesmo tempo em que pode favorecer o consumo. Um público fitness, por exemplo, pode associar a coloração mais escura a um pão integral ou enriquecido, havendo intenção de compra, por exemplo. Em contrapartida, um público infantil não acostumado com consumo de pão integral, pode rejeitar a coloração escura. Portanto, é importante que se realize o estudo sensorial, para avaliar a aceitação do produto por parte do público-alvo, como realizado neste experimento e discutido adiante.

Para a análise de perfil de textura dos pães, foram avaliados os parâmetros dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade.

Do aspecto sensorial, a dureza diz respeito à força requerida para compressão do alimento entre os dentes, ou seja, a força requerida para a ruptura do material (CIVILLE e SZCZESNIAK, 1973). Logo, não é desejável que o pão apresente valores altos de dureza. Para essa variável, observou-se diferença significativa entre o pão controle e os demais tratamentos. O tratamento 12 (30% de polpa de marolo + 16% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi) apresentou o maior valor de dureza. Já o menor valor foi observado na formulação 2 (10% de marolo), que não se diferiu estatisticamente do controle. O fato de a maior média de dureza ter sido observada no tratamento 12, não é imprevisível, uma vez que este tratamento apresenta os níveis máximos de substituição de farinha de trigo por farinha de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, além da substituição parcial da água por polpa de marolo. A substituição parcial da farinha de trigo, bem como a presença de fibras, oriundas das farinhas e da polpa, afeta a absorção de água pela massa, dificultando o desenvolvimento do glúten, o que, consequentemente, confere maior dureza ao produto (COLLAR; SANTOS; ROSELL, 2007; ANGIOLONI; COLLAR, 2009). Logo, quanto maior o nível de substituição da farinha de trigo, maior é a tendência para o aumento da dureza.

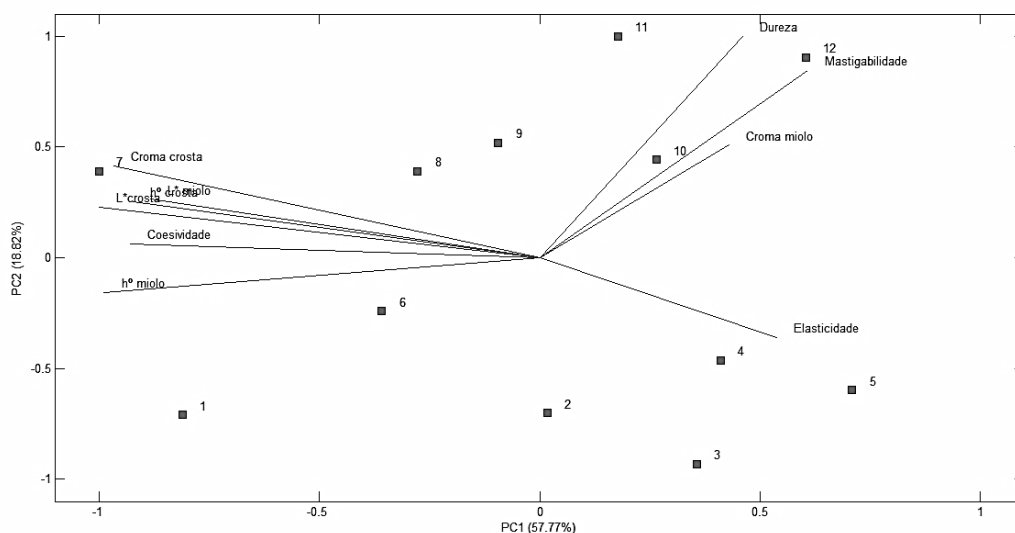
A elasticidade é definida, sensorialmente, como o grau para o qual um produto volta a sua forma original, depois da compressão com os dentes (CIVILLE e SZCZESNIAK, 1973). Para essa variável, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Para a variável coesividade, não se observou diferença estatística entre o pão controle e os tratamentos 6, 7, 8 e 9, que apresentaram as maiores médias. Os menores valores foram observados nos tratamentos 4, 5 e 12, que não se diferiram estatisticamente entre si. Valores intermediários de coesividade foram observados nos tratamentos 2, 3, 10 e 11, que não diferiram entre si. A menor coesividade indica menor força necessária para esticar um alimento até que este seja rompido (SZCZESNIAK, 2002). Sendo assim, amostras de panificáveis com menor coesividade são consideradas mais “farinhentas”, ou seja, apresentam maior tendência a esfarelar (SOUZA-BORGES et al., 2013).

Sensorialmente, a mastigabilidade é definida como o tempo necessário para mastigar uma amostra (velocidade constante) e reduzi-la à consistência adequada para deglutição (CIVILLE e SZCZESNIAK, 1973). Mastigar um alimento por muito tempo, para que o mesmo se desfaça, não é desejável sensorialmente. Logo, é interessante que as amostras apresentem valor baixo para essa variável. O tratamento 7 (30% de polpa de marolo) apresentou valor de mastigabilidade estatisticamente igual ao do pão controle, sendo considerada a menor média. Já o maior valor de mastigabilidade foi observado no tratamento 12 (30% de polpa de marolo+ 16% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi). Esse tratamento soma a maior porcentagem de substituição de farinha de trigo, além da substituição da água por polpa de marolo. Isso acarreta maior densidade aos pães e, conseqüentemente, demanda maior trabalho de mastigação para reduzi-los à consistência adequada para deglutição.

Para melhor ilustrar o comportamento das diferentes formulações em relação à coloração e textura, na Figura 2, é exposta a análise de componentes principais (PCA).

Figura 2 - Análise de Componentes Principais de pães doces com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo por farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e de água por polpa de marolo em relação à coloração e textura. Tratamentos (% farinha polpa marolo - % farinha casca pequi - % polpa marolo): 1(0-0-0); 2(10-0-0); 3 (10-2-0); 4 (16-0-0); 5 (16-2-0); 6 (0-2-0); 7 (0-0-30); 8 (0-2-30); 9 (10-0-30); 10 (10-2-30); 11 (16-0-30); 12 (16-2-30).



Os componentes principais 1 e 2 (PC1 e PC2) explicam juntos, 76,59% da variância total dos dados. Observa-se, na Figura 2, que os tratamentos 10, 11 e 12 tenderam aos maiores valores de Croma do miolo, dureza e mastigabilidade, ao mesmo tempo em que se encontram afastados e em direção oposta das variáveis Croma da crosta, L* da crosta e do miolo e h^o da crosta e do miolo. Isso sugere que, de maneira geral, essas amostras foram mais escuras e mais densas. De fato, elas detêm as maiores porcentagens de substituição, 30% de polpa de marolo + 10% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi (amostra 10), 30% de polpa de marolo + 16% de farinha de marolo (amostra 11) e 30% de polpa de marolo + 16% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi (tratamento 12). Como já discutido anteriormente, a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha dos frutos, e da água pela polpa de marolo promove alterações nas propriedades tecnológicas dos pães, dentre elas, a formação de glúten, que está intimamente ligada à dureza e mastigabilidade dos pães, além de contribuírem para o aumento da coloração escura dos mesmos. Ainda segundo a Figura 2, o tratamento 7, que apresenta substituição isolada da água por 30% de polpa de marolo, se caracterizou por ser mais claro e coeso, além de apresentar crosta com coloração mais vívida, assemelhando-se ao

pão doce controle. Isso sugere que a substituição parcial da água por polpa de marolo acarreta em menor modificação das características tecnológicas dos pães, se comparada à substituição parcial da farinha de trigo por farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi.

Embora tenham promovido mudanças nas variáveis de coloração e textura dos pães, que estão ligados às suas propriedades tecnológicas, os níveis de substituição da farinha de trigo por farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e da água por polpa de marolo, utilizados nesse estudo, foram previamente definidos por testes de qualidade tecnológica dos pães, sendo eles, os que menos acarretaram em mudanças nas propriedades dos mesmos.

Composição centesimal

Na Tabela 4 é apresentada a composição centesimal dos pães doces com diferentes níveis de substituição de polpa e farinha de marolo e farinha de casca de pequi.

Tabela 4- Médias da composição centesimal de pães doces com diferentes níveis de substituição de farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e polpa de marolo

Tratamento	Umidade (%)	Extrato etéreo (%)	Proteína (%)	Cinzas (%)	Fibra alimentar (%)	Glicídeos (Extrato não nitrogenado) (%)	Valor energético total (kcal/100g)
1	29,58a	5,67a	12,36a	1,07a	1,44c	49,73a	300,52a
2	24,94a	6,60a	10,61c	1,25a	4,68b	53,44a	315,63a
3	24,44a	7,11a	10,33c	1,10a	5,96b	51,8a	311,72a
4	26,86a	7,03a	9,94d	1,17a	5,95b	49,89a	302,45a
5	25,05a	7,18a	9,74d	1,12a	7,52a	49,15a	299,74a
6	25,10a	6,50a	11,02b	1,38a	8,21a	47,91a	294,69a
7	24,69a	5,57a	11,06b	1,34a	3,01c	54,45a	312,37a
8	26,89a	5,62a	10,22c	1,16a	6,22b	49,07a	287,73a
9	23,76a	6,93a	10,60c	1,12a	5,37b	51,53a	311,33a
10	24,74a	7,34a	10,43c	1,01a	6,91a	50,74a	310,82a
11	24,86a	7,63a	9,84d	1,15a	6,23b	50,35a	308,77a
12	24,59a	7,76a	9,89d	1,15a	8,27a	48,68 ^a	304,12a

*Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo Teste de Scott Knott a 5% de significância. Tratamentos (% farinha polpa marolo - % farinha casca pequi - % polpa marolo): 1(0-0-0); 2(10-0-0); 3 (10-2-0); 4 (16-0-0); 5 (16-2-0); 6 (0-2-0); 7 (0-0-30); 8 (0-2-30); 9 (10-0-30); 10 (10-2-30); 11 (16-0-30); 12 (16-2-30).

As substituições parciais de água por polpa de marolo, e de farinha de trigo por farinhas de marolo e de casca de pequi, não acarretaram em mudanças significativas nos teores de umidade, extrato etéreo, cinzas, extrato não nitrogenado e valor energético dos pães, promovendo alterações significativas apenas no seu teor protéico e de fibra alimentar..

Apesar de ser importante para características, como a formação da rede de glúten e a maciez, o teor elevado de umidade em pães aumenta a atividade microbiana, deixa o produto grudento e borrachudo, alterando sua textura, sendo este um dos fatores responsáveis pela perda da qualidade do produto (OLIVEIRA et al., 2011). Os teores de umidade aqui observados para as diferentes formulações de pães estão dentro do exigido pela ANVISA, para pães produzidos com farinha de trigo, de 38%, no máximo (BRASIL, 2000).

O fato da substituição parcial da farinha de trigo e da água não terem acarretado em mudança significativa no teor de lipídeos dos pães é desejável, uma vez que embora sejam fonte de energia e carreadores das vitaminas lipossolúveis (vitaminas A, E, D e K) e ácidos graxos essenciais, e estejam envolvidos na síntese de vitaminas e hormônios, o excesso de lipídios na alimentação é prejudicial a saúde. O PNAE estipula que para alunos da faixa etária de 6 a 10 anos, que permanecem meio período na escola, seja ofertada uma refeição que cubra, no mínimo, 20% das necessidades diárias de nutrientes (BRASIL, 2012). Considerando essa faixa etária, o valor mínimo de lipídios a ser ofertado em uma refeição seria de 7,5g (BRASIL, 2012; PAHO/WHO, 2003). As formulações 11 e 12 atendem a essa recomendação, considerando-se 100g do produto, sendo que os demais tratamentos se encontram bem próximos do valor estipulado. Entretanto, tendo em vista que esse tipo de preparação, normalmente é ofertado acompanhado de manteiga ou margarina, fontes lipídicas, esse valor seria facilmente atingido.

Com relação a proteína bruta, os menores teores foram observados nas formulações que somam a maior porcentagem de substituição de farinha de trigo: formulação 4 (16% de farinha de marolo); formulação 5 (16% de farinha de marolo + 2% de farinha de casca de pequi); formulação 11 (16% de farinha de marolo + 30% de polpa de marolo); e formulação 12 (16% de farinha de marolo + 30% de polpa de marolo + 2% de farinha de casca de pequi). Isso se deve ao fato de que a farinha dos frutos possui menor teor proteico que a farinha de trigo (dados não apresentados). Logo, maiores substituições acarretam em menor teor proteico. A formulação controle (100% de farinha de trigo), conseqüentemente, apresentou o maior teor de proteína, seguida pelos tratamentos 6 e 7, que detêm os menores níveis de substituição da farinha de trigo; 2% e 0%, respectivamente. Considerando-se as recomendações do PNAE, para a faixa etária alvo deste estudo, o teor de proteína a ser ofertado para uma refeição é de 9,4g (BRASIL, 2012). Todas as formulações atendem a essa recomendação, considerando-se uma porção de 100g.

As farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, bem como a polpa de marolo, não exerceram influência no teor de cinzas dos pães. Os valores aqui obtidos encontram-se acima do exposto pela Tabela de Composição de Alimentos, para pão de forma, 0,5% (UNICAMP, 2011). A presença de leite em pó, matriz rica em cálcio, pode ter contribuído para o resultado final de cinzas nos pães.

Com relação a fibra alimentar, não observou-se diferença significativa entre o pão controle e o tratamento 7 (30% de polpa de marolo), que apresentaram as menores médias. Os tratamentos 5 (16% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi), 6 (2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi), 10 (30% de polpa de marolo + 10% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi) e 12 (30% de polpa de marolo + 16% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi) não se diferiram estatisticamente, apresentando os maiores teores de fibra alimentar. De fato, as farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi apresentaram teores de fibra alimentar superiores aos da polpa de marolo (dados não apresentados). Sendo assim, é coerente que a formulação 7, em que não houve substituição parcial de farinha, tenha apresentado menor teor de fibra alimentar, sendo semelhante ao controle. Os resultados obtidos evidenciam a contribuição das farinhas, sobretudo da farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, para o incremento do teor de fibra dos pães. A recomendação do PNAE de fibra alimentar, para a faixa etária de estudo, é de 5,4g numa refeição. À exceção dos tratamentos 1, 2, 7 e 9, todas as formulações atendem a essa recomendação, considerando-se 100g de produto. Comparando-se os teores de fibra alimentar das 12 formulações com o teor de fibra médio para pão de forma integral - 6,9% (UNICAMP, 2011), tem-se que as formulações 5, 6, 10 e 12 apresentam teores superiores.

De acordo com o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional e Complementar da Anvisa (BRASIL, 2012a), para que um alimento seja considerado rico em fibras, este deve conter, no mínimo, 5g por porção, ou 6g de fibras por 100g de prato preparado. Já para ser fonte de fibras, ele deve conter pelo menos 2,5g por porção, ou 3g de fibras por 100g de prato preparado. No caso dos pães, o requisito é em relação à porção. Considerando-se uma porção de 50g, porção média para pão (PHILIPPI et al., 2008), todas as 12 formulações, com exceção das formulações 1, 2 e 7, podem ser consideradas como fonte de fibras. Ainda segundo a Anvisa, para que um produto possa conter alegação de propriedades funcionais referentes à fibra alimentar, este deve conter, no mínimo, 2,5 g de fibras, sem considerar a contribuição dos ingredientes utilizados na sua preparação (ANVISA, 2016). Sendo assim, as mesmas formulações consideradas fonte de fibras (formulações 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11 e 12) atendem a esse requisito. Tendo em vista as propriedades funcionais das fibras, como a diminuição dos níveis séricos de colesterol e da glicemia, redução do peso corporal, melhora do trato gastrointestinal, efeito anti-inflamatório e diminuição do risco de desenvolvimento de doenças coronarianas, diabetes, hipertensão e obesidade (BERNAUD &

RODRIGUES, 2013), os pães doces desenvolvidos nesse estudo atenderiam não só as crianças que consomem merenda escolar, como também ao público fitness.

Para os teores de glicídeos (extrato não nitrogenado) e valor energético total, não observou-se diferença significativa entre o pão controle e as demais formulações. Segundo o PNAE, as recomendações de carboidratos e valor energético total que cobrem 20% das necessidades de crianças de 6 a 10 anos são 48,8g e 300kcal, respectivamente. Para o teor de glicídeos, todas as formulações, considerando-se 100g do produto, atendem ao valor estipulado, com exceção da formulação 12, que apresenta valor ligeiramente mais baixo. Com relação ao valor energético total, todos os tratamentos, exceto 5, 6 e 8, cobrem o valor estipulado pelo PNAE. Embora não tenha havido diferença significativa entre o pão doce controle e os demais tratamentos em relação ao teor de glicídeos, é importante ressaltar que o carboidrato predominante nos pães com farinha de trigo, é o amido, ao passo que, naqueles em que o trigo foi substituído, parte do amido é substituído por açúcares e fibra solúvel, característicos das farinhas dos frutos, segundo as análises de caracterização realizadas. Portanto, é possível sugerir que os pães doces elaborados com farinhas e polpa de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, apresentam um menor índice glicêmico em relação ao pão doce padrão, visto que apresentam teor de fibra alimentar significativamente superior. Isso seria interessante para o público diabético, ou que possui níveis séricos de glicose elevados, que poderia consumir os pães doces como parte de uma dieta equilibrada.

Em suma, a maioria das formulações atende as recomendações do PNAE, para energia, proteína, lipídios, carboidratos e fibra alimentar, considerando uma amostra de 100g de produto. Considerando-se a porção média para pães, de 50g (PHILIPPI et al., 2008), as formulações podem ser ofertadas como parte de uma refeição, sendo acompanhadas de outros alimentos, como o leite, por exemplo, contribuindo de forma significativa para se atingir as recomendações propostas pelo PNAE.

Compostos bioativos e atividade antioxidante

Na Tabela 5 são expostos os dados correspondentes ao teor de compostos fenólicos totais, vitamina C e capacidade antioxidante dos pães com diferentes níveis de farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e de polpa de marolo.

Tabela 5- Fenólicos totais, teor de vitamina C e capacidade antioxidante de pães doces com diferentes níveis de farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e de polpa de marolo.

Tratamento	Fenólicos Totais Folin Cicalteu (mg EAG 100g⁻¹)	Fenólicos Totais Fast blue(mg EAG 100g⁻¹)	Ácido ascórbico (mg 100 g⁻¹)	DPPH EC50 (g amostra g⁻¹ DPPH)	Atividade antioxidante Sist. B-caroteno/ácido linoleico (% proteção)	Atividade antioxidante FRAP (µg sulfato ferroso g⁻¹)
1	83,03d	132,08h	-	17118,54a	77,21b	6.89d
2	152,9c	236,02f	16,29f	8105b	76,48b	13.37d
3	229,4a	517,96c	16,87f	3293,27e	96,75a	56.71b
4	202,32b	329,00e	26,73e	5168,17c	83,81b	26.89c
5	237,63a	613,2b	33,72c	1586,55g	97,26a	59.03b
6	206,5b	369,14d	36,67c	3188,27e	95,50a	43.89b
7	123,57c	195,32g	31,12d	8348,03b	92,98a	13.37d
8	229,69a	535,26c	30,39d	2467,12f	97,89a	62.88b
9	185,21b	334,02e	22,78e	5382,14c	91,28a	28.02c
10	202,64b	127,37c	43,03b	3134,40e	97,42a	75.57a
11	180,99b	357,64d	35,62c	4288,06d	94,07a	29.64c
12	242,58a	677,48a	71,76a	1508,61g	94,41a	82.74a

*Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo Teste de Scott Knott a 5% de significância. Tratamentos (% farinha polpa marolo - % farinha casca pequi - % polpa marolo): 1(0-0-0); 2(10-0-0); 3 (10-2-0); 4 (16-0-0); 5 (16-2-0); 6 (0-2-0); 7 (0-0-30); 8 (0-2-30); 9 (10-0-30); 10 (10-2-30); 11 (16-0-30); 12 (16-2-30).

Para a análise de fenólicos totais, a despeito da metodologia utilizada, observou-se diferença significativa entre a média do pão doce controle (Tratamento 1) e as médias dos demais tratamentos, o que indica que a substituição parcial da farinha de trigo por farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e da água por polpa de marolo promove

um incremento do teor de fenólicos totais dos pães. Nos resultados obtidos pelo método de Folin Ciocalteu, os tratamentos 3 (10% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi), 5 (16% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi), 8 (30% de polpa de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi) e 12 (30% de polpa de marolo + 16% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi) não diferiram entre si, apresentando as maiores médias. A menor média, depois do controle, foi observada nos ensaios 2 (10% de farinha de marolo) e 7 (30% de polpa de marolo). De fato, a farinha e a polpa de marolo apresentaram teores de fenólicos totais inferiores ao da farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, para o método de Folin Ciocalteu (dados não apresentados). Sendo assim, é coerente que o ensaio 2, que apresenta o menor nível de substituição de farinha de trigo por farinha de marolo, e o ensaio 7, em que não houve substituição parcial da farinha de trigo, apenas da água pela polpa de marolo, tenham apresentado os menores teores de fenólicos totais.

Já para o método de Fast blue, o tratamento que determinou o maior teor de fenólicos totais foi o tratamento 12, que detém os níveis máximos de substituição de farinha de trigo e de água (30% de polpa de marolo + 16% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi). Já a menor média, depois do controle, foi observada no ensaio 7, em que houve substituição isolada da água por 30% de polpa de marolo. Para este método, assim como o Folin Ciocalteu, a polpa de marolo apresentou teor de fenólicos totais inferior aos das farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi (dados não apresentados). Logo, é coerente que o tratamento 7, em que não houve substituição parcial da farinha de trigo, apenas da água pela polpa de marolo, tenha apresentado o menor teor de fenólicos totais, ao passo que o maior valor tenha sido observado no tratamento 12, que possui o maior teor de farinhas dos frutos, além da polpa.

Os resultados de fenólicos totais obtidos por ambas as metodologias, ressaltam a contribuição mais acentuada das farinhas dos frutos, sobretudo da farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, no incremento do teor de fenólicos totais dos pães.

Apesar de ser o método mais utilizado, alguns autores sugerem que o Folin Ciocalteu não é o mais robusto para a determinação de fenólicos totais em alimentos. Isso porque, por se basear em um processo de redução, o método pode identificar outros compostos com atividade redutora, além dos fenólicos, como ácido ascórbico, açúcares redutores e alguns

aminoácidos. Já o método Fast blue avalia o teor de fenólicos por meio da formação de complexos azo estáveis com os grupamentos hidroxila dos compostos fenólicos, o que sugere uma melhor especificidade se comparado com o Folin Ciocalteu (MEDINA, 2011). Com relação as diferenças dos resultados entre as duas metodologias, para os pães elaborados, o método de Fast Blue forneceu resultados superiores de fenólicos totais, o contrário do esperado, visto que o método de Folin Ciocalteu, normalmente superestima os resultados de fenólicos. Isso sugere possível interferência da matriz, rica em amido, nos resultados apresentados por essas metodologias.

Em relação ao teor de vitamina C para o pão doce controle, não foi observada a presença do nutriente, que foi identificado em todos os demais tratamentos. Isso quer dizer que apesar da vitamina C ser termolábil, os pães enriquecidos com farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi preservaram, pelo menos parcialmente, o referido nutriente. O maior teor foi observado no ensaio 12 (30% de polpa de marolo + 16% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi). Já os menores teores foram observados nos ensaios 2 (10% de farinha de marolo) e 3 (10% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi). A formulação 12 detém todas farinhas dos frutos e a polpa de marolo, em seu nível máximo. Logo, é previsível que esta apresente o maior teor de vitamina C. Já as formulações 2 e 3 possuem a farinha de marolo, que apresenta a menor média de vitamina C entre as três matérias primas (dados não apresentados), em sua menor concentração (10%), o que justifica as menores médias, embora a formulação 3 tenha ainda, 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi. Uma vez que o ácido ascórbico é um nutriente muito instável, a posição dos pães no forno, no momento do assamento, a exposição ao ambiente, bem como outros fatores, podem ter contribuído para maiores perdas da vitamina, em alguns tratamentos, mais que outros, a despeito da quantidade de farinha ou polpa adicionadas.

A recomendação do PNAE para vitamina C em uma refeição, para a faixa etária de 6 a 10 anos, é de 7mg (BRASIL, 2012). Uma porção de 50g de qualquer uma das formulações, à exceção do controle, atende facilmente a essa recomendação do PNAE. Considerando a recomendação referência de vitamina C (DIETARY REFERENCE INTAKES, 2011) para a faixa etária estudada, o consumo de uma porção de 50g da formulação 12, que apresentou o maior teor de vitamina C, cobriria o total recomendado para crianças de 6 a 8 anos (25mg/dia) e atingiria 79% da recomendação para a faixa etária de 9 a 10 anos (45mg/dia). Se

considerarmos a formulação 3, que apresentou o menor teor de vitamina C, uma porção de 50g cobriria 32% das recomendações para a faixa etária de 6 a 8 anos e 18% para a faixa etária de 9 a 10 anos. Se considerarmos a recomendação de vitamina C para adultos (75mg/dia para homens e 90mg/dia para mulheres), porções de 50g das formulações 12 e 3 atenderiam, respetivamente, a 47% e 10% da recomendação para homens, e 39% e 9% da recomendação para mulheres. Tendo em vista os benefícios associados ao consumo de vitamina C, como fortalecimento do sistema imunológico, prevenção de danos oxidativos às células e síntese de colágeno, evidencia-se o apelo funcional dos pães doces elaborados com farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e polpa de marolo, que têm potencial para atender desde as populações mais vulneráveis, que necessitam de alternativas para o consumo de nutrientes, até o público fitness, que se preocupa com a saúde e bem-estar. Destaca-se, ainda, que pães não são, em geral, veículos de vitamina C, e que o seu enriquecimento com a polpa e farinha dos frutos do cerrado estudados torna este produto mundialmente consumido, um veículo em potencial para este importante micronutriente, com propriedades funcionais.

Em relação a atividade antioxidante, pelo método de DPPH EC50, também se pode observar diferença significativa entre o controle e os demais tratamentos, indicando a contribuição da polpa e farinha de marolo e da farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi para o incremento da atividade antioxidante dos pães. À parte do controle, obtiveram as maiores médias para essa variável, os ensaios 2 (10% de farinha de marolo) e 7 (30% de polpa de marolo), que não se diferiram estatisticamente. Já os menores valores de EC50 foram observados nos tratamentos 5 (16% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi) e 12 (30% de polpa de marolo + 16% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi), que também não apresentaram diferença estatística entre si. O resultado do EC50 indica o quanto de produto é necessário para inibir em 50% a atividade do radical DPPH. Logo, quanto menor o valor de EC50, maior a capacidade antioxidante do produto (SOUSA et al., 2007). Sendo assim, as menores atividade antioxidantes, além do pão doce controle, foram observadas no ensaio cuja substituição da farinha de trigo por farinha de marolo, foi no nível mínimo (10%), e não houve substituição por farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi (tratamento 2), e no ensaio em que não houve substituição parcial da farinha de trigo, apenas substituição de parte da água por 30% de polpa de marolo (tratamento 7). As maiores atividades antioxidantes nesse método, dizem respeito aos tratamentos que detêm a maior substituição de farinha de

trigo, 16% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi (tratamentos 5 e 12). O tratamento 12, além de conter as farinhas dos frutos em seu nível máximo de substituição, apresenta ainda, a substituição parcial da água por 30% de polpa de marolo. No entanto, o fato desse tratamento ter sido igual, estatisticamente, ao tratamento 5, em que não houve substituição de parte da água por polpa de marolo, e do tratamento 7 (30% de polpa de marolo) ter apresentado uma das menores atividades antioxidantes, sugere que as farinhas dos frutos, especialmente a farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, têm maior contribuição no incremento da atividade antioxidante dos pães, em relação à polpa de marolo.

Para a atividade antioxidante pelo método do sistema β -caroteno/ácido linoleico, não houve diferença significativa entre o pão doce controle e os tratamentos 2 (10% de farinha de marolo) e 4 (16% de farinha de marolo), que apresentaram as menores médias. Os demais tratamentos não se diferiram, apresentando as maiores médias. Nota-se que, ao contrário das demais análises de antioxidante, para o sistema β -caroteno/ácido linoleico não foi possível observar um comportamento sistemático da atividade antioxidante dos pães. Esse método de análise antioxidante baseia-se na oxidação (descoloração) do β -caroteno, induzida pelos produtos da degradação oxidativa do ácido linoleico, ou seja, avalia a atividade de inibição de radicais livres gerados durante a peroxidação do ácido linoleico; em suma, avalia a porcentagem de proteção do sistema β -caroteno/ácido linoleico contra a oxidação (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006; SILVA, BORGES & FERREIRA, 1999). A capacidade antioxidante, por esse método, pode ser classificada em: i) níveis elevados (>70% de proteção); ii) intermediário (40-70% de proteção) e iii) baixo (<40% de proteção) (HASSIMOTO, GENOVESE e LAJOLO, 2005). Nota-se que todas as amostras, mesmo o controle, apresentaram um alto nível de atividade antioxidante para esse método. De fato, essa metodologia determina a atividade de uma amostra a proteger um substrato lipídico da oxidação (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006). A formulação dos pães doces apresenta ingredientes como o óleo de soja e os ovos, ricos em vitaminas lipossolúveis, como vitamina A, D, K e alfa-tocoferol (vitamina E), este último, considerado potente antioxidante, sobretudo em substratos lipídicos, sendo inclusive, empregado como antioxidante natural para óleos e gorduras (RAMALHO & JORGE, 2006). Sendo assim, a composição dos ingredientes pode justificar os altos valores de atividade antioxidante para esse método. No entanto, quatro formulações (3, 5, 8 e 10) apresentaram valores de porcentagem de proteção estatisticamente

superiores ao controle, indicando que houve contribuição positiva das farinhas e da polpa para a atividade antioxidante dos pães, também nessa metodologia.

Em relação à atividade antioxidante dos pães pelo método de redução do ferro (FRAP), não se observou diferença significativa entre os ensaios 2 (10% de farinha de marolo), 7 (30% de polpa de marolo) e o controle, que apresentaram as menores médias. Já as maiores médias foram observadas nos ensaios 10 (30% de polpa de marolo + 10% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi) e 12 (30% de polpa de marolo + 16% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi), que não diferiram entre si, estatisticamente. Essa metodologia indica a capacidade antioxidante de uma amostra, por meio de sua capacidade de redução do complexo férrico-tripiridiltriazina (FeIII-TPZ) a complexo ferroso (FeII-TPZ) (BENZIE & STRAIN, 1996). Logo, quanto mais complexo ferroso (μg sulfato ferroso/g) for formado, maior é atividade antioxidante. Para essa metodologia, é possível notar que as substituições parciais da água por 30% de polpa marolo e da farinha de trigo por 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, combinadas à substituição parcial da farinha de trigo pelos níveis mínimo (10%) e máximo (16%) da farinha de marolo, apresentaram a maior atividade antioxidante. Já as substituições isoladas da água por 30% de polpa de marolo e da farinha de trigo pelo nível mínimo de farinha de marolo (10%) acarretaram nas menores atividades antioxidantes, que se igualam, estatisticamente, à atividade antioxidante do pão controle. De fato, a atividade antioxidante, pelo método FRAP, apresentada pela farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi foi altamente superior às apresentadas pela farinha e polpa de marolo (dados não apresentados), o que justifica os resultados obtidos para os pães.

De maneira geral, é possível notar um comportamento sistemático nos resultados das análises de fenólicos, vitamina C e atividade antioxidante: a inserção de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi promoveu incremento do real potencial antioxidante, para a maioria dessas variáveis, superior ao da polpa e farinha de marolo.

A fim de avaliar a correlação entre os resultados das diferentes análises de atividade antioxidante e as análises de fenólicos e teor de vitamina C nos pães, foi realizada a análise de correlação de Pearson (Tabela 6).

Tabela 6- Correlação de Pearson para as análises de fenólicos totais, teor de vitamina C e atividade antioxidante, por diferentes métodos, para pães doces enriquecidos com polpa de marolo e farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi

Correlação de Pearson (r)	Fenólicos Folin	Fenólicos Fast	Vitamina C	DPPH	%Proteção do Sistema β-caroteno/ácido linoleico	FRAP
Fenólicos Folin	-	0,918*	0,611*	-0,944*	0,700*	0,842*
Fenólicos Fast	0,918*	-	0,689*	-0,841*	0,723*	0,952*
Vitamina C	0,611*	0,689*	-	-0,701*	0,573	0,717*
DPPH	-0,944*	-0,841*	-0,701*	-	-0,786*	-0,781*
%Proteção do Sistema β-caroteno/ácido linoleico	0,700*	0,723*	0,573	-0,786*	-	0,740*
FRAP	0,842*	0,952*	0,717*	-0,781*	0,740*	-
Fosfomolibdenio	0,773*	0,711*	0,671*	-0,825*	0,486	0,620*

*Correlação significativa a 5% de probabilidade

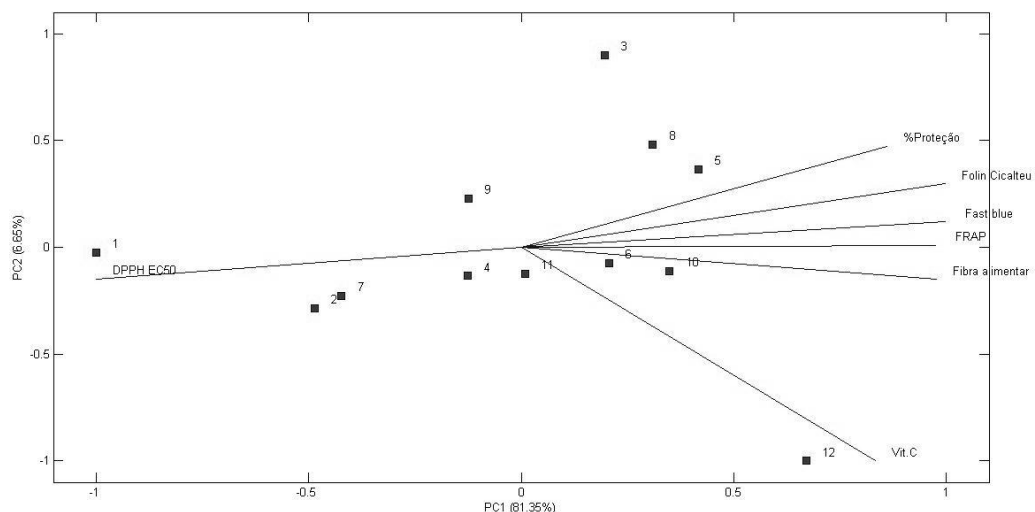
Os fenólicos determinados por ambas as metodologias, e as atividades antioxidantes determinadas pelos métodos DPPH e FRAP apresentaram todas as correlações possíveis significativas. Somente a atividade antioxidante determinada pelo sistema beta-caroteno/ácido linoleico não correlacionou-se significativamente com vitamina C. Todas as correlações observadas foram positivas, exceto aquelas que envolveram a atividade antioxidante determinada pelo método DPPH/EC50, visto que por este método, quanto maior o valor obtido, menor a atividade antioxidante real. Assim, quanto maior o teor de fenólicos, maior o potencial antioxidante dos pães, a despeito do método de determinação antioxidante utilizado. O mesmo foi observado para vitamina C, à exceção da atividade antioxidante determinada pelo método beta-caroteno/ácido linoleico. Vale ressaltar ainda, que quanto mais próximo dos extremos (-1 a 1), mais forte a correlação.

Quando se determina a atividade antioxidante em um alimento, sobretudo em matrizes complexas, como é o caso dos pães, é recomendável que se utilize duas ou mais técnicas diferentes, uma vez que as metodologias disponíveis para a análise antioxidante em alimentos se baseiam em diferentes princípios, e existe uma complexidade muito grande nas diferentes

matrizes alimentares, não havendo consenso acerca de uma “metodologia universal” (ALVES et al., 2010; PRIOR; CAO, 1999; CHOI et al., 2002). Os resultados das diferentes análises de atividade antioxidante confirmaram que as substituições parciais de farinha de trigo por farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e da água por polpa de marolo, acarretaram em aumento significativo da capacidade antioxidante dos pães, agregando valor funcional aos mesmos.

Para melhor ilustrar a contribuição dos diferentes níveis de substituição da farinha de trigo pelas farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e da água por polpa de marolo para os teores de fibra alimentar, compostos fenólicos, vitamina C e capacidade antioxidante, variáveis pelas quais os pães se destacaram, é apresentada a Análise de Componentes Principais (PCA) (Figura 3).

Figura 3- Análise de Componentes Principais de pães doces com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo por farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e de água por polpa de marolo em relação à fibra alimentar, compostos fenólicos, vitamina C e atividade antioxidante. Tratamentos (% farinha polpa marolo - % farinha casca pequi - % polpa marolo): 1(0-0-0); 2(10-0-0); 3 (10-2-0); 4 (16-0-0); 5 (16-2-0); 6 (0-2-0); 7 (0-0-30); 8 (0-2-30); 9 (10-0-30); 10 (10-2-30); 11 (16-0-30); 12 (16-2-30).



O primeiro componente principal (PC1) explica 81,35% da variância total, portanto, este foi considerado para a discussão dos dados. Observa-se tendência dos tratamentos 10, 5 e

12 a apresentarem os maiores teores de fibra alimentar, vitamina C e atividade antioxidante. Estes tratamentos encontram-se afastados e em direção oposta ao resultado de DPPH EC50. Isso porque, ressaltando-se mais uma vez, a atividade antioxidante, neste método, é inversamente proporcional ao valor final. As amostras 1 (controle), 2 (10% de farinha de marolo) e 7 (30% de polpa de marolo) se encontram próximas ao DPPH e afastadas e em direção oposta às demais variáveis. Isso indica que esses dois tratamentos foram os que menos se destacaram quanto aos teores de fibra alimentar, compostos fenólicos, vitamina C e atividade antioxidante.

De maneira geral, nota-se que a contribuição da polpa de marolo para o incremento dos valores de fibra alimentar, compostos fenólicos, vitamina C e atividade antioxidante dos pães, foi menos significativa, em comparação com as farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi. Isso é evidenciado ao observar-se que a amostra 5, que possui o mesmo teor de substituição de farinhas que a amostra 12 (16% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi), e não contém substituição da água por polpa de marolo, foi estatisticamente igual a última, em que há a substituição, em muitas das análises. Além disso, a amostra que possui substituição isolada da água por polpa de marolo (tratamento 7) esteve distante dos maiores valores das variáveis em estudo, muitas das vezes, se assemelhando estatisticamente ao controle.

É notória, portanto, a maior contribuição das farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi no incremento dos teores de fibra alimentar, compostos fenólicos, vitamina C e atividade antioxidante dos pães, em relação a polpa de marolo. Tal efeito é observado com maior intensidade na farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi. Isso é facilmente percebido ao analisar-se o PCA, em que as amostras que contém apenas a farinha de marolo (tratamentos 2, 4, 9 e 11) encontram-se mais distantes das variáveis em estudo, ao passo que os tratamentos em que há adição de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi encontram-se mais próximos, sobretudo as formulações 5, 10 e 12, que se destacam pelos maiores níveis dessas variáveis. Esse resultado mostra que mesmo em pequenas quantidades (2%), a farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi é capaz de contribuir, de maneira mais acentuada, para o aumento considerável dos teores de fibra alimentar, compostos fenólicos, vitamina C e capacidade antioxidante dos pães. Contudo, não se descarta os efeitos da polpa e da farinha de marolo, que também contribuíram de maneira significativa, embora em menor intensidade que a farinha de mesocarpo externo + exocarpo

de pequi, para o incremento nos valores dessas variáveis nos pães. Não se pode deixar de ressaltar o destaque do tratamento 12 perante os demais, para todas essas variáveis. Uma vez que esse tratamento detém ambas as farinhas e a polpa de marolo, em seu nível máximo, é previsível que este apresente os maiores teores de fibra alimentar, fenólicos, vitamina C e capacidade antioxidante.

Análise sensorial

Não houve diferença significativa entre as notas de aceitação sensorial atribuídas às 12 formulações de pães. A média de aceitação sensorial dos 12 tratamentos foi 4,66. Visto que a escala hedônica utilizada nesse teste de aceitação varia de 1 a 5, sendo 5 a pontuação máxima (maior aceitação), pode-se afirmar que os pães elaborados com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo por farinhas de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e de água por polpa de marolo, tiveram alta aceitação por parte dos escolares de 6 a 10 anos, podendo constituir em alternativa para a complementação da merenda escolar. Uma vez que não houve diferença significativa para aceitação das diferentes formulações, recomenda-se a aplicação da formulação 12 (30% de polpa de marolo + 16% de farinha de marolo + 2% de farinha de mesocarpo externo + exocarpo de pequi), por ter se destacado perante às demais em relação à fibra alimentar, fenólicos, vitamina C e atividade antioxidante. Ressalta-se, ainda, que os pães contendo polpa e farinha de marolo e farinha de pequi, independente da concentração, não diferiram dos pães controle, sugerindo a ausência de impacto negativo da polpa e farinha dos frutos do cerrado estudados sobre a aceitação sensorial do produto.

O intuito desse estudo foi avaliar a aceitação sensorial dos pães doces elaborados por crianças de 6 a 10 anos, com vista a aplicá-los como alternativa saudável na merenda escolar. No entanto, não descarta-se a possibilidade de realizar estudos sensoriais com público adulto, mais precisamente, o público fitness.

De fato, os resultados obtidos apontam os pães com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo por farinhas de mesocarpo externo + exocarpo de pequi e de água por polpa de marolo, com excelente potencial sensorial, nutricional e funcional. Isso permite inferir, que os pães têm aplicabilidade tanto em populações mais vulneráveis, que necessitam de alternativas para o consumo de nutrientes, como em outros tipos de público, como o

público fitness, por exemplo, que procura se alimentar de maneira saudável, e busca alimentos com propriedades funcionais e bioativas.

É importante ressaltar também, que o público-alvo não se limita ao território nacional. O marolo e o mesocarpo externo + exocarpo de pequi, devido a sua sazonalidade, podem ser processados para a obtenção de polpa e farinha, assim como feito neste estudo, e exportados para diversas regiões, sobretudo aquelas que sofrem com a insegurança alimentar e nutricional, como regiões do continente africano, por exemplo. Isso contribuiria não só com a melhoria da alimentação de populações vulneráveis, como também para o sustento de diversas famílias ribeirinhas, que dependem da comercialização dos frutos do Cerrado para subsistência.

CONCLUSÕES

A substituição parcial da farinha de trigo por farinhas de marolo e de mesocarpo externo + exocarpo de pequi, bem como da água por polpa de marolo, contribui para o incremento dos teores de fibra alimentar, compostos fenólicos, vitamina C e atividade antioxidante dos pães doces estudados.

A formulação com níveis de substituição da farinha de trigo por 16% de farinha de marolo + 2% de farinha e substituição da água por 30% de polpa de marolo, se destacou pelos maiores teores de fibra alimentar, compostos fenólicos, vitamina C e atividade antioxidante.

Todas as formulações de pães doces apresentaram alta aceitação sensorial por parte dos escolares, recomendando-se o consumo daquelas que apresentaram os maiores teores de fibra alimentar, compostos fenólicos, vitamina C e atividade antioxidante.

Os pães doces elaborados podem constituir em alternativa saudável à merenda escolar, como parte de uma refeição, contribuindo significativamente para atender as exigências nutricionais exigidas pelo PNAE, além de apresentarem potencial para atender a demanda mundial, no que diz respeito à segurança alimentar e nutricional, e à demanda por alimentação saudável, por parte do público fitness.

A elaboração de pães doces, tendo como ingredientes frutos do Cerrado, pode contribuir para a valorização e preservação do bioma, bem como garantia de renda ao pequeno produtor local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Alimentos Com Alegacoes de Propriedades Funcionais e ou de Saúde**. 2016. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/alegacoes>>. Acesso em 15 fev. 2018.
- ALVES, C. Q. et al. Métodos para determinação de atividade antioxidante *in vitro* em substratos orgânicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n.10, p.2202-2210, 2010.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **International Approved Methods**, 11th ed. AACC International, St Paul, 2000.
- AMREIN, T. M.; SCHÖNBÄCHLER, B.; ESCHER, F.; AMADO, R. Acrylamide in gingerbread: critical factors for formation and possible ways for reduction. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, n. 13, p. 4282-4288, 2004.
- ANGIOLONI, A.; COLLAR, C. Gel, dough and fibre enriched fresh breads: Relationships between quality features and staling kinetics. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 91, n. 4, p. 526-532, 2009.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 20.ed. Washington: AOAC, 3000p, 2016.
- BELIK, W.; DOMENE, S.M.A. Experiências de programas combinados de alimentação escolar e desenvolvimento local em São Paulo - Brasil. **Agroalimentaria**, v.18, n.34, p.57-72, 2012.
- BENZIE, I.F.F.; STRAIN, J.J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the frap assay. **Analytical Biochemistry**, v.239, p.70-76, 1996.
- BERNAUD, F.S.R.; RODRIGUES, T.C. Fibra alimentar – Ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arq Bras Endocrinol Metab.**, p.57-66, 2013.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Resolução RDC Nº 54, de 12 de novembro de 2012**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União, Brasília, D.F., 2012. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864>. Acesso em: 18 fev. 2018.
- BRASIL. **Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009**. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/fndelegis/action/UrlPublicasAction.php?acao=getAtoPublico&sgl_tipo=LEI&num_ato=00011947&seq_ato=000&vlr_ano=2009&sgl_orgao=NI>. Acesso em 15 fev. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação. Coordenação Geral do Programa Nacional de Alimentação Escolar. **Manual de orientação para a alimentação escolar na educação infantil, ensino fundamental, ensino médio e na educação de jovens e adultos**. 2a ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2012. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/arquivos/category/110-alimentacao-e-nutricao?download=7669:manual-de-orientacao-sobre-alimentacao-escolar-nas-diferentes-etapas-de-ensino>>. Acesso em 15 fev.2018.

BRASIL. 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. Seção1. p.1. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/2000/90_00rdc.htm>. Acesso em 15 fev. 2018.

CARDOSO, L.M.; OLIVEIRA, D.S.; BEDETTI, S.F.; MARTINO, H.S.D.; PINHEIRO SANT'ANA, H.M. Araticum (*Annona crassiflora* Mart.) from the Brazilian Cerrado: chemical composition and bioactive compounds. **Fruits**, v.68, n.2, p.121-134, 2012.

CECANE. **Manual para aplicação dos testes de aceitabilidade no Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE**. UNIFESP, 2010, 56p.

CHOI, C. W. et al. Antioxidant activity and free radical scavenging capacity between korean medicinal plants and flavonoids by assay-guided comparison. **Plant Science**, v. 163, n. 6, p. 1161-1168, 2002.

CIVILLE, G. V., SZCZESNIAK, L. Guidelines to training a texture profile panel. **Journal of Texture Studies**, v. 4, p. 204-223, 1973.

COLLAR, C.; SANTOS, E.; ROSELL, M. Assessment of rheological profile of fibre enriched bread doughs by response surface methodology. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 78, n. 3, p. 820-826, 2007.

CORRÊA, S.C.; REZENDE, M.L.; FERREIRA, E.B.; AZEVEDO, L. Marolo (*Annona crassiflora* Mart.): a study of value chain and processing. **Food Sci. Technol**, v.33, n.2, p.362-368, Apr.-June 2013.

DAMIANI, C.; SILVA, E. P. ; BECKER, F. S. ; ENDRIGO, D. E. ; ASQUIERI, E.R. ; SILVA, F.A.; VILAS BOAS, E.V.B,. Antioxidant Potential of Marolo Jam (*Annona crassiflora* Mart) during Storage. **OPEN ACCESS LIBRARY JOURNAL**, v. 04, p. 1-12, 2017.

DAMIANI, C.; SILVA, F. A.; RODOVALHO, E. C.; BECKER, F. S.; ASQUIERI, E. R.; OLIVEIRA, R. A.; LAGE, M. E. Utilization of waste vegetable for the production of seasoned cassava flour. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 22, n. 4, p. 657-662, out./dez, 2011.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. de B. ; ASQUERI, E.R. ; LAGE, M.E. ; OLIVEIRA, R. A. ; SILVA, F.A. da ; PINTO, D. M.; RODRIGUES, L. J.; SILVA, É. P.; PAULA, N. R. F. de . Characterization of fruits from the savanna: Araça (*Psidium guinnensis* Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, p. 723-729, 2011.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Fennema's food chemistry**. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2008.

DELLA LUCIA, F. ; FERREIRA, E. B.; SANTOS, R. C. dos; MOREIRA, M. A. M.; CORRÊA, S. C.; VILAS BOAS, E. V. B. de. Acceptability of yoghurt with Marolo pulp (*Annona crassiflora* Mart.) in the traditional and diet/light formulations. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 10, p. 85-92, 2012.

DIETARY REFERENCE INTAKES (DRIs): **estimated average requirements**. 2011.

Disponível em:

<https://fnic.nal.usda.gov/sites/fnic.nal.usda.gov/files/uploads/recommended_intakes_individuals.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2018.

DRAGANO, N. R. V. et al. 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**, v. 65, p. 319-325, 2010.

DUARTE-ALMEIDA, J.M; SANTOS, R.J. , GENOVESE, M.I.; LAJOLO, J.F. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais dpph. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.2, n.26, p. 446-452, abr.-jun. 2006.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, 45, 2000, São Carlos, SP. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, p. 235, 2000.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The State of Food Insecurity in the World, 2015**. Disponível em <<http://www.fao.org/3/a-i4646e.pdf>> . Acesso em 15 fev. 2018.

FREITAS, M.C.S.; MINAYO, M.C.S.; RAMOS, L.B.; FONTES, G.V.; SANTOS, L.A.; SOUZA, E.C.; SANTOS, A.C.; MOTA, S.E.; PAIVA, J.B.; BERNARDELLI, T.M.; DEMÉTRIO, F.; MENEZES, I. Escola: lugar de estudar e de comer. **Cien. Saude Colet.**, v.18, n.4, p.979- 985, 2013.

HASSIMOTTO, N. M. A.; GENOVESE, I. S.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and comercial frozen fruit pulps. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.2928–2935, 2005.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares – Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>>. Acesso em 20 jan. 2018.

KTENIOUDAKI, A., & GALLAGHER, E. Recent advances in the development of high-fiber baked products, Trends in **Food Science & Technology**, v.28, p.4-14, 2014.

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 Agriculture and Food Chemistry**. v. 45, p. 1390-1393, 1997.

MAIA, J.D.; BARROS, M.O.; CUNHA, V.C.M.; SANTOS, G.R.; CONSTANT, P.B.L. Estudo da aceitabilidade do pão de forma enriquecido com farinha de resíduo da polpa de coco. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.17, n.1, p.1-9, 2015.

MEDINA, M.B. Determination of the total phenolics in juices and superfruits by a novel chemical method. **Journal of functional foods**, v.3, p.79 –87, 2011.

NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M. **SensoMaker**, version 1.0. UFLA, Lavras, 2012.

OLIVEIRA, D. L.; ROCHA, C. Alternativas Sustentáveis para a Merenda Escolar com o Uso de Plantas do Cerrado, Promovendo Educação Ambiental. **Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient.** ISSN 1517-1256, v. 21, julho a dezembro de 2008. Disponível em: . Acesso em: 18/01/2018.

OLIVEIRA, N.M.A.L.; MACIEL, J.F.; LIMA, A.S.; SALVINO, E.M.; MACIEL, C.E.P.; OLIVEIRA, D.P.M.N.; FARIAS, L.R.G. Características físico-químicas e sensoriais de pão de forma enriquecido com concentrado proteico de soro de leite e carbonato de cálcio. **Rev Inst Adolfo Lutz.**, v.70, n.1, p.16-22, 2011.

PAHO/WHO. **Guiding principles for complementary feeding of the breastfed child. Division of Health Promotion and Protection.** Food and Nutrition Program. Pan American Health Organization/World Health Organization. Washington/Geneva; 2003.

PHILIPPI, S. T. **Pirâmide dos alimentos. Fundamentos básicos da nutrição.**1. ed. Barueri: Manole, 2008. v. 1. 383 p.

PRIOR, R. L.; CAO, G.. In vitro total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods. **Free Radic Biol Med.** v. 27, p. 1173 – 81, 1999.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

ROCHA, L.S.; SANTIAGO, R.A.C. Implicações nutricionais e sensoriais da polpa e casca de baru (*Dipterix Alata vog.*) na elaboração de pães. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.29, n.4, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v29n4/19.pdf>>. Acesso em 09 fev. 2018.

RODRIGUES, L. J.; FERREIRA DE PAULA, N.R. ; PINTO, D.M. ; VILAS BOAS, E.V.B. Growth and maturation of pequi fruit of the Brazilian Cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos (Online)**, v. 35, p. 11-17, 2015.

ROESLER, R. et al. Antioxidant activity of *Annona crassiflora*: characterization of major components by electrospray ionization mass spectrometry. **Food Chemistry**, v. 104, p. 1048-1054, 2007.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; FILHO, J. M.; MORAIS, S.M.; SAMPAIO, C.G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP). **Comunicado Técnico Embrapa.** ISSN: 1679-6535, 2006.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; FILHO, J. M.; MOREIRA, A. V. B. Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas no sistema β -caroteno/ácido linoleico. **Comunicado Técnico Embrapa.** ISSN: 1679-6535, 2006.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R.E.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PEREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza, CE: **Embrapa Comunicado Técnico**, “Não paginado”, 2007b.

SILVA, E. P.; ABREU, W.C.; GONÇALVES, O.A. ; DAMIANI, C. ; VILAS BOAS, E. V. de B. . Characterization of chemical and mineral composition of marolo (*Annona crassiflora*

Mart) during physiological development. **CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (ONLINE)**, v. 37, p. 13-18, 2017.

SILVA, E.P ; SIQUEIRA, H. H ; LAGO, R.C. ; ROSELL, C. M ; VILAS BOAS, E.V.B. Developing fruit-based nutritious snack bars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, p. 52-56, 2014.

SILVA, E.P.; VILAS BOAS, E.V.B.; XISTO, A.L.P.R. Characterization and development of marolo (*Annona crassiflora*, Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos (Online)**, v. 33, p. 666-675, 2013.

SILVA, F.A.M.; BORGES, M.F.M.; FERREIRA, M.A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, v.22, n.1, p.95-103, 1999.

SILVA, M. B. de; RAMOS, A. M. Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral. **Revista Ceres**, Vicososa, v. 56, n.5, p. 551-554, 2009.

SIQUEIRA, B.S.; SOARES JÚNIOR, M.S.; FERNANDES, K.F.; CALIARI, M.; DAMIANI, C. Effect of soaking on the nutritional quality of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) peel flour. **Food Sci. Technol**, v.33, n.3, p.500-506, 2013.

SOARES JÚNIOR, M.S.; BASSINELO, P.Z.; CALIARI, M.; REIS, R.C.; LACERDA, D.B.C.L.; KOAKUZU, S.N. Development and chemical characterization of flour obtained from the external mesocarp of “pequizeiro” fruit. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.4, p.949-954, out.-dez. 2010.

SOUSA, C.M.M.; SILVA, H.R.; VIEIRA, G.M.; AYRES, M.C.C.; COSTA, C.S.; ARAÚJO, D.S. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v.30, n.2, p.351-355, 2007.

SOUZA-BORGES, P.K.; SOKEI, F.R.; SPAGNOL, T.D.; CONTI-SILVA, A.C. Características químicas, físicas e sensoriais de bolos de laranja e pães adicionados de inulina e oligofrutose. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 2837-2846, nov./dez. 2013.

STATSOFT INC. **Statistica for windows**: release 8.0 A. Tulsa, 2006. software.

STROHECKER, R.; HENNING, H.M. **Análises de vitaminas**: métodos comprovados, Madrid: Paz Montolvo, 1967. 428 p.

SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 13, n. 4, p. 215-225, 2002

TEXAS DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Overview of School Nutrition Programs**. Disponível em:

<http://www.squaremeals.org/Portals/8/files/ARM/ARM_Section1_Overview_V002_130722.pdf>. Acesso em 21 fev.2018.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO**. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011. 161 p. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

VALENÇA, R. S. F.; SANTANA, M. F. S. de; FREITAS, M. M. de. **Aproveitamento da casca de bacuri para elaboração de biscoitos**. In: VI Seminário de Iniciação Científica da UFRA e XII Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA Amazônia Oriental, 2008.

VERA, R.; NAVES, R.V.; NASCIMENTO, J.L.; CHAVES, L.J.; LEANDRO, W.M.; SOUZA, E.R.B. Caracterização física e química de frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) oriundos de duas regiões no Estado de Goiás, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, p. 93-99, 2007.

VILAS BOAS, E. V. B. ; SILVA, E.P. Maturação controlada de marolo: um caso a ser estudado. **In: I Simpósio Sulmineiro do marolo e frutos do Cerrado**, p.1-6, Alfenas, 2009.

VILLELA, P.; BATISTA, A.G.; DESSIMONI-PINTO, N.A.V. Nutritional composition of *Annona crassiflora* pulp and acceptability of bakery products prepared with its flour. **Food Sci. Technol**, Campinas, v.33, n.3, p.417-423, July-Sept. 2013.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; STRINGUETA, P. C. Pigmentos Naturais Bioativos. **Alim. Nutr.**, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2009.

WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics: Determination of total phenolics. In R. E. Wrolstad (Ed.), **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 2002.