



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

TERESA RAQUEL BRITO SOUSA

COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM EXTRATO DE
ARROZ SABORIZADO COMBLEND DE GOIABA E ACEROLA ENRIQUECIDO
COM COLÁGENO HIDROLISADO

TERESINA - PI

2017

TERESA RAQUEL BRITO SOUSA

**COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM EXTRATO DE
ARROZ SABORIZADO COMBLEND DE GOIABA E ACEROLA ENRIQUECIDO
COM COLÁGENO HIDROLISADO**

Monografia apresentada ao curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, IFPI, como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Robson Alves da Silva

TERESINA - PI

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S725c SOUSA, TERESA RAQUEL BRITO
COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM EXTRATO DE
ARROZ SABORIZADO COM BLEND DE GOIABA E ACEROLA ENRIQUECIDO COM
COLÁGENO HIDROLISADO / TERESA RAQUEL BRITO SOUSA - 2017.
44 p.

Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia) - Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, Tecnologia de Alimentos, 2017.

Orientador : Prof Dr. Robson Alves da Silva.

1. Extrato hidrossolúvel. 2. Frutas tropicais. 3. DPPH. 4. Correlação. I.Título.

CDD 664

TERESA RAQUEL BRITO SOUSA

**DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE
EM EXTRATO DE ARROZ SABORIZADO COM UM BLEND DE GOIABA E
ACEROLA ENRIQUECIDO COM COLÁGENO HIDROLISADO**

Monografia apresentada ao Curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí-IFPI, como requisito para obtenção De grau de Tecnóloga em Alimentos.

Monografia aprovada em 24 de novembro de 2017.

Banca examinadora:

Assinado no original

Orientador: Dr. Robson Alves da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI

Assinado no original

Examinadora: M.Sc. Rosana Martins Carneiro
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI

Assinado no original

Examinadora: Esp. Michele Alves de Lima

A meus pais, irmãos e a meu amado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela saúde e pela força concedida para finalizar este trabalho.

Aos meus pais (Maria Helena e Luís Carlos), irmãos e namorado (André Luis), enfim, a todos que de alguma forma na hora do cansaço e dificuldade me incentivaram e apoiaram com palavras e gestos.

Ao Instituto Federal do Piauí, pela oportunidade e contribuição para a minha formação acadêmica. À coordenação do curso e aos professores, pelo incentivo e disponibilidade nas horas mais difíceis.

Ao meu Orientador, prof. Dr. Robson Alves, pela paciência e persistência durante toda a elaboração do trabalho, do laboratório à escrita. Ao grupo de pesquisa GTPA em especial à Michele Alves, pelos momentos de compartilhamento de conhecimento, incentivo e auxílio na construção do trabalho.

A todos os amigos, que me apoiaram e ajudaram, direta e indiretamente, em especial a Ana Paula, Gislaine, Quézia e Gabriela, pessoas maravilhosas que fizeram todo o percurso desta graduação mais leve, com risadas, lágrimas e otimismo.

Meus sinceros agradecimentos...

A verdadeira coragem é ir atrás de seus sonhos
mesmo quando todos dizem que ele é impossível.

Cora Coralina

RESUMO

A adição de frutas aos extratos vegetais confere sabor aos produtos e enriquece com compostos bioativos. O objetivo do trabalho foi avaliar a presença de compostos bioativos e atividade antioxidante em extrato de arroz saborizado com um *blend* de polpa de goiaba e acerola enriquecido com colágeno hidrolisado. Foram analisadas 3 formulações da bebida, com diferentes proporções do mix de polpa, quanto aos parâmetros de vitamina C, fenólicos totais e atividade antioxidante. Os teores de vitamina C tiveram valores médios de 27,48 mg 100mL⁻¹ a 30,03 mg 100mL⁻¹. Os fenólicos totais variaram de 563 mgEAG/100g à 437,33 mgEAG/100g, demonstrando que a bebida possui boa quantidade de fenólicos. A bebida em análise apresentou atividade antioxidante, que variou de 507,33 a 664,00 umol TEAC/100g, sendo a formulação 3 a que exibiu maior atividade antioxidante. A análise de Pearson demonstrou uma correlação positiva entre fenólicos totais e vitamina C, entretanto, a correlação da atividade antioxidante com os compostos bioativos, vitamina C e fenólicos totais, foi inversamente proporcional. Assim, os resultados demonstram que a bebida estudada é um produto com altos teores de vitamina C, fonte de fenólicos totais, porém, a atividade antioxidante encontrada pode ser em decorrência da presença de outros componentes da bebida.

Palavras-chave: Extrato hidrossolúvel. Frutas tropicais. DPPH. Correlação.

ABSTRACT

The addition of fruits to the vegetable extracts imparts flavor to the products and enriches with bioactive compounds. The objective of this work was the evaluation of a presence of bioactive compounds and antioxidant activity in rice extract flavored with a mixture of guava pulp and acerola enriched with hydrolyzed collagen. Three beverage formulations with different pulp mixture proportions were analyzed for the vitamin C parameter, total phenolics and antioxidant activity. The levels of vitamin C had mean values of 27.48 mg 100mL⁻¹ a 30.03 mg 100mL⁻¹. Total phenolics ranged from 563 mgEAG / 100 g to 437.33 mgEAG / 100 g, demonstrating that the beverage had a good amount of phenolics. One beverage under analysis presented antioxidant activity, ranging from 507.33 to 664.00 μ mol TEAC / 100g, being a formulation 3 which exhibited higher antioxidant activity. A Pearson analysis showed a positive correlation between phenolics and vitamin C, however, a correlation of antioxidant activity with bioactive compounds, vitamin C and total phenolics was inversely proportional. Thus, the results demonstrate that it is a studied beverage and a product with high levels of vitamin C, a source of total phenolics. However, an antioxidant activity can be due to the presence of other components of the beverage.

Keywords: Hydrosoluble extract. Tropical fruits. DPPH. Correlation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 ARROZ (<i>Oryza sativa</i> L.)	14
3.2 BEBIDAS Á BASE DE EXTRATOS VEGETAIS	15
3.3 FRUTAS TROPICAIS NA ELABORAÇÃO DE PRODUTOS	16
3.4 COMPOSTOS BIOATIVOS.....	18
3.4.1 Vitamina C.....	19
3.4.2 Compostos fenólicos	20
3.5 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	22
3.6 COLÁGENO HIDROLISADO.....	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 AQUISIÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS.....	25
4.2 DELINEAMENTO	25
4.3 ELABORAÇÃO DA BEBIDA	25
4.3.1 Elaboração do <i>blend</i> de frutas	27
4.3.2 Elaboração do extrato de arroz	27
4.3.3 Elaboração da bebida.....	27
4.4 COMPOSTOS BIOATIVOS.....	28
4.4.1 Determinação de fenólicos totais.....	28
4.4.2 Determinação da vitamina C.....	29
4.5 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	30
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
6 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

O aumento do consumo de alimentos saudáveis e do interesse dos consumidores pelos efeitos benéficos desses alimentos no organismo tem movimentado a indústria e incentivado as inovações tecnológicas em todo o mundo. Nesse sentido, a indústria alimentícia vem investindo no ramo de produtos adicionados de substâncias com alegação funcional, pois fornecem nutrientes que atuam na manutenção da saúde do organismo (KAUR; SINGH, 2017).

Dentre os vários segmentos alimentícios já existentes, as bebidas têm destaque no setor devido a sua praticidade de consumo e às inúmeras possibilidades de elaboração e enriquecimento nutricional. A utilização de extratos vegetais no preparo de bebidas, por exemplo, tem sido estudada e vem apresentando resultados positivos, em razão dos seus valores nutricionais, aliado ao baixo custo de produção e às possibilidades tecnológicas que apresenta, mostrando ser uma alternativa viável ao desenvolvimento de produtos que atendam às novas demandas do mercado (SOARES JUNIOR et al., 2010; CARVALHO et al., 2011; GAZOLA et al., 2016; MELO; CAVALCANTI; SILVA, 2017.)

O extrato de arroz produzido a partir da quirera, um subproduto da indústria de arroz constituído basicamente de grãos quebrados, representa uma boa opção na elaboração de bebidas, além de poder atuar como alimento hipoalergênico, serve como fonte de amido e ajuda a evitar o desperdício do resíduo gerado pela indústria (LUNDUBWONG; SEIB, 2000; SOARES JUNIOR et al., 2010; CARVALHO et al., 2011). Além de ser um alimento que possui compostos bioativos como os ácidos ferúlicos, *p*-cumárico e vanílico (MASSARETTO, 2013).

Na elaboração de bebidas a base de extratos podem ainda ser adicionados outros ingredientes que agregam valor ao produto, melhorando as características tecnológicas e o potencial nutricional e funcional do alimento, a exemplo, a adição de colágeno hidrolisado (BILEK; BAYRAM, 2015), que age na melhoria da firmeza da pele, prevenção do envelhecimento, é anti-hipertensivo e diminui as dores articulares (SILVA; PENNA, 2012; GONÇALVES et al., 2015). O colágeno contém ainda, aminoácidos como a glicina e prolina, essenciais para a estabilidade e regeneração de cartilagens, e quando associados a outras proteínas enriquecem o valor nutritivo do colágeno (ZIEGLER; SGARBIERI, 2009). Adicionalmente, aos extratos podem ser acrescentados frutos tropicais, que dão sabor aos produtos, enriquecem com

fibras, minerais, vitaminas e compostos bioativos, comumente encontrados nos tecidos vegetais (MELO et al., 2008; INFANTE et al., 2013).

As bebidas enriquecidas com frutas apresentam compostos bioativos, que correspondem a uma série de substâncias com grande potencial antioxidante, entre os quais estão os compostos fenólicos, flavonóides e carotenóides. Esses compostos agem na prevenção de doenças e melhoram o funcionamento do organismo, devendo ser consumidos diariamente (MORAES; COLLA, 2006; VOLP et al., 2009). Do ponto de vista biológico, possuem atividade antioxidante, atuam no sequestro de radicais livres, agem na modulação de enzimas de destoxificação, estimulam o sistema imune, reduzem a agregação plaquetária, agem na modulação do metabolismo hormonal, na redução da pressão sanguínea e tem atividade antibacteriana e antiviral (HORST; LAJOLO, 2011).

Dessa forma, destaca-se a importância de determinar a presença de compostos bioativos e a atividade antioxidante em extratos de arroz adicionados de ingredientes com características funcionais, pois permite avaliar a presença dessas substâncias na bebida após todo o processamento e dessa forma contribuir para os estudos relacionados à elaboração de alimentos com essas propriedades.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar a presença de compostos bioativos e atividade antioxidante de extrato de arroz saborizado com um *blend* de polpa de goiaba e acerola, enriquecido com colágeno hidrolisado.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar diferentes formulações de extrato de arroz saborizado com um *blend* de polpa de goiaba e acerola, enriquecido com colágeno hidrolisado;
- Identificar o conteúdo de fenólicos totais, vitamina C e a atividade antioxidante nas diferentes formulações do produto elaborado.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ARROZ (*Oryza sativa* L.)

O Arroz é um cereal consumido no mundo inteiro. No panorama mundial, só perde para o trigo em produção e área cultivada, sendo o Brasil destaque no MERCOSUL em área colhida e em produção (EMBRAPA, 2014). Em 2016 o Brasil teve um acréscimo de 3,9% em área colhida e de 13,9% em produção, com estimativa de crescimento em 2017 (IBGE, 2017).

O grão faz parte da dieta básica da população brasileira (NAVES, 2007; OCDE-FAO, 2015), no entanto, seu consumo na forma do grão vem reduzindo principalmente pelas mudanças nos hábitos alimentares ou mesmo pela procura do consumidor por uma alimentação mais diferenciada (MASSARETTO, 2013). Tais fatores intensificam a busca da agroindústria pela inovação em toda a cadeia produtiva (armazenamento, beneficiamento, logística, novos produtos, etc.) com foco na melhoria da qualidade e na inovação (PARAGINSKI, 2014).

O beneficiamento do grão implica na geração de resíduos (quirera, farelo, casca, cinzas da queima da casca), que muitas vezes são direcionados para a produção de ração animal ou descartados, o que representa um problema ambiental e desperdício potencial de matéria-prima, já que alguns desses resíduos podem ser usados na alimentação humana (LORENZETT et al., 2012). O arroz e seus subprodutos (farelo e quirera) são alimentos com grande potencial energético e nutricional, possuem proteínas, minerais, vitaminas, compostos bioativos, tem boa digestibilidade, além de possuir características hipoalergênicas (CARVALHO et al., 2011).

A quirera de arroz é obtida no processo de beneficiamento do grão, durante a peneiragem em peneiras com furos circulares de 1,60 mm e corresponde aos fragmentos de arroz que vazam da peneira (BRASIL, 2009). Essa matéria ainda é pouco aproveitada, embora, estudos demonstrem o grande potencial no uso desse resíduo como ingrediente de aplicação tecnológica na indústria de alimentos, como para a extração de amido (LUNDUBWONG; SEIB, 2000; LIMBERGER et al., 2008), produção de farinhas instantâneas extrusadas (SILVA; ASCHERI, 2009) e de extratos, que são suaves e levemente adocicados (JAEKEL; RODRIGUES; SILVA, 2010) e trazem a possibilidade de elaboração de bebidas com adição de frutas,

facilitando a introdução dos produtos no mercado, a aceitação pelo consumidor, além de adicionar nutrientes que trazem benefícios à saúde humana, como fibras, vitaminas e compostos bioativos (SILVA et al., 2015).

3.2 BEBIDAS À BASE DE EXTRATOS VEGETAIS

O segmento de desenvolvimento de produtos nutritivos, com apelo à saúde e que tragam diferenças dos alimentos convencionais tem crescido e se destacado na indústria com grandes inovações (MELO; CAVALCANTE; SILVA, 2017).

Nesse sentido, o mercado de bebidas não alcoólicas com apelo funcional vem crescendo no Brasil e com ele as variações quanto à elaboração desses produtos. Muitos produtos são elaborados buscando atender os consumidores que procuram alimentos voltados ao bem estar do organismo e aos que possuem alergias e intolerâncias alimentares, principalmente as relacionadas ao leite (GAZOLA et al., 2016; MELO; CAVALCANTI; SILVA, 2017).

As bebidas à base de extratos vegetais surgiram como opção a essa nova demanda de mercado. Bebida para uso como um complemento alimentar, com altos teores de nutrientes, especialmente para àqueles que possuem intolerâncias. Os extratos hidrossolúveis, denominação atribuída a estes alimentos pelo Decreto 6.871 da Presidência da República, correspondem a uma bebida de origem vegetal, industrializada, destinada à ingestão humana em estado líquido, sem finalidade medicamentosa ou terapêutica (BRASIL, 2009).

Inicialmente as bebidas à base de extrato de soja assumiram esse papel no mercado. Entre os anos de 2004 e 2006, por exemplo, o mercado de bebidas de soja teve um crescimento de 93% em relação ao mercado de sucos (JAEKEL; RODRIGUES; SILVA, 2010). No entanto, segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas (ABIR), em 2016, o consumo per capita do mercado brasileiro de bebida à base de soja teve uma variação anual de -34,3%. Parte dessa queda pode ter relação com o sabor residual, resultante dos compostos voláteis liberados na desintegração do grão em água, e com estudos que demonstram a relação da soja com alergias, já que possui cerca de 15 proteínas que podem causar alergias, colocando o extrato de arroz e de outros cereais, como aveia e quinoa, como alternativa na elaboração dessas bebidas (CARVALHO et al., 2011).

A quinoa tem conteúdo de gordura superior ao dos cereais e possui equilíbrio na distribuição de aminoácidos essenciais. A aveia destaca-se por seu teor e qualidade proteica, além de seu alto teor de fibra alimentar (ATAÍDES, 2015). O arroz, por sua vez, se destaca pelo baixo teor de gordura, por ter boa digestibilidade, baixo potencial alergênico e sabor agradável, resultado da hidrólise do amido em maltose e outros açúcares pela ação de enzimas, sendo, portanto, considerado o extrato mais indicado para substituir o leite de vaca. A tecnologia empregada na sua fabricação é simples e favorece regiões onde a produção é expressiva, como no caso do Brasil (JAEKEL; RODRIGUES; SILVA, 2010).

Sendo assim, as bebidas à base de extrato de arroz desempenham importante papel como alimento para grupos especiais de consumidores, como no caso dos portadores de alergias à proteína do leite, que ainda necessitam de mais produtos que atendam suas necessidades sem que haja perda nutricional (SOARES JUNIOR et al., 2010; BENTO et al., 2012; SILVA et al., 2015; GAZOLA et al., 2016).

Além das características nutricionais oferecidas pelo extrato de arroz, há ainda a possibilidade de adição de outros ingredientes aos extratos, que irão conferir sabor, potencializar as características nutricionais e melhorar a aceitação sensorial dos produtos elaborados (SOARES JUNIOR et al., 2010; SILVA et al., 2015).

3.3 FRUTAS TROPICAIS NA ELABORAÇÃO DE PRODUTOS

O Brasil é um grande produtor de frutas tropicais, o terceiro no ranking mundial de produção, atrás apenas da China e Índia, segundo as Perspectivas Agrícolas no Brasil de 2015 - 2024 (OCDE - FAO, 2015). A fruticultura brasileira é um dos setores de maior destaque do agronegócio com uma grande variedade de culturas espalhadas por todo o país. Entre as frutas tropicais produzidas no Brasil destacam-se o abacaxi, a banana, o açaí, a acerola, goiaba, manga, entre outras. São culturas bem adaptadas ao clima do país, com suas safras ocorrendo em períodos variados do ano (REETZ et al., 2015).

As frutas são importantes fontes de nutrientes e têm importante ação na prevenção de doenças, devido à presença de substâncias que protegem as células

contra os danos oxidativos, no entanto, a sazonalidade e a alta perecibilidade dificultam seu consumo (SILVA, 2011).

Segundo a Organização mundial da saúde, para um efeito benéfico o consumo de frutas e hortaliças deve ser de 400g na alimentação diária (WHO, 2003), sendo importante incorporar esses alimentos nas refeições, nas mais variadas formas, principalmente para os grupos mais vulneráveis, como os idosos. Uma alimentação saudável ajuda na manutenção da saúde e seu consumo inadequado está entre os dez principais fatores de risco ligados a doenças. Arelado ao consumo inadequado, está o aumento da incidência de diabetes, câncer e doenças cardiovasculares (PEREIRA et al., 2014; SILVEIRA et al., 2015).

Seus potenciais benefícios à saúde despertam interesse da comunidade científica, principalmente pelo seu conteúdo antioxidante e de compostos bioativos. Tais benefícios incentivam as pesquisas nos frutos individualmente e em conjunto, trazendo respostas que ajudam na valorização e no desenvolvimento de produtos (RUFINO et al., 2010; ROSSO, 2013; BANERJEE et al., 2017).

Nesse contexto, o desenvolvimento de produtos contendo quantidades significativas de frutas tropicais pode atuar como alternativa ao baixo consumo desses alimentos (SOUSA; VIEIRA; LIMA, 2011; FARAONI et al., 2012; SILVA et al., 2015). No entanto, o tipo e a quantidade desses nutrientes variam de uma fruta para outra, sendo importante que a escolha da fruta leve em consideração a qualidade nutricional e a aceitação sensorial pelo consumidor (FARAONI et al., 2012).

A acerola (*Malpighia marginata* DC), por exemplo, é uma fruta de grande importância nutricional e com boa aceitação. Sua importância se dá, principalmente, devido ao seu alto teor de ácido ascórbico, que varia de 779 a 3.094,43mg/100g⁻¹ de polpa, destacando seu potencial funcional (FREITAS et al., 2006). É comercializada principalmente na forma *in natura* ou polpa congelada, podendo também ser encontrada como acerola em pó, acerola com vitamina E, geleias e doces (ADRIANO; LEONEL; EVANGELISTA, 2011).

O suco da fruta pode ser utilizado para enriquecer outras bebidas, como sucos e néctares pobres em vitamina C, como relatam alguns estudos onde o suco de acerola foi utilizado como agente enriquecedor. Além de agregar outros nutrientes como fibras, minerais (cálcio, fósforo e ferro) e carotenos, possuem sabor conhecido e tem boa aceitação (MATSUURA; ROLIM, 2002; FARAONI et al., 2012).

Os carotenóides encontrados na acerola como β -caroteno e licopeno são importantes para o organismo humano, pois funcionam como antioxidantes naturais. Alguns β -carotenóides, por exemplo, são convertidos em vitamina A atuando na prevenção de doenças relacionadas à visão e ao crescimento na primeira infância (AGOSTINI-COSTA; ABREU; ROSSETTI, 2003).

A goiaba (*Psidium guajava* L.), outro exemplo de fruta a ser utilizada na elaboração de bebidas, é tropical e apresenta elevado aproveitamento agroindustrial. Seu consumo e o de produtos derivados cresceram nos últimos anos devido as suas características nutricionais e excelente aceitação (SILVA et al., 2010; SANTOS et al., 2014; SILVA et al., 2016). Além do consumo *in natura*, a goiaba é industrializada na forma de polpa congelada, doce, geleia, compota, entre outros produtos (SILVA, et al, 2010).

Tem grande potencial energético é rica em fibras, minerais (potássio, magnésio, fósforo, cálcio, sódio, selênio, ferro e zinco), vitamina A, B1, B2 e B6 e vitamina C em maior quantidade, além de compostos bioativos, como carotenóides e compostos fenólicos (ARAUJO; MENEZES, 2010; PEREIRA et al., 2014; SILVA et al., 2016).

3.4 COMPOSTOS BIOATIVOS

São substâncias presentes nos alimentos de origem vegetal e os estudos mostram que sua ingestão diária está relacionada à prevenção de doenças crônicas, o que tem despertado interesse da comunidade científica (DAUCHET; AMOUYEL; DALLONGEVILLE, 2005). Doenças inflamatórias ligadas à obesidade, doenças cardiovasculares, câncer entre outras patologias tem sua incidência reduzida, devido a mudanças de hábitos alimentares e à inclusão de alimentos ricos nesses compostos (MORAES; COLLA, 2006; BASTOS et al., 2009). Dentre estes compostos, podemos destacar o ácido ascórbico e os compostos fenólicos.

3.4.1 Vitamina C

As vitaminas, de forma geral, são essenciais ao metabolismo dos seres vivos, no entanto não são sintetizadas pelo organismo humano e precisam ser ingeridas através dos alimentos, que os contém em quantidades variadas. São bastante sensíveis e podem ser degradadas por vários fatores como temperatura, pH, luz, umidade, presença de oxigênio e o processamento (CORREIA et al., 2008).

Dentre as vitaminas existentes, a vitamina C ou ácido ascórbico (AA), é um composto hidrossolúvel com grande potencial nutricional, encontrada principalmente em frutas e legumes, sendo as fontes naturais mais ricas, as frutas cítricas e os vegetais folhosos (CUNHA et al., 2014; FANG et al., 2017). Essa vitamina atua como um potente antioxidante, inclusive regenerando outros antioxidantes como vitamina E e glutathione. Além disso, está altamente ligada às funções cerebrais (HARRISON; BOWMAN; POLIDORI, 2014; MOCK et al., 2017), melhora a absorção do ferro não-heme e age como cofator em diversos processos fisiológicos (ARRIGONI; TULLIO, 2000).

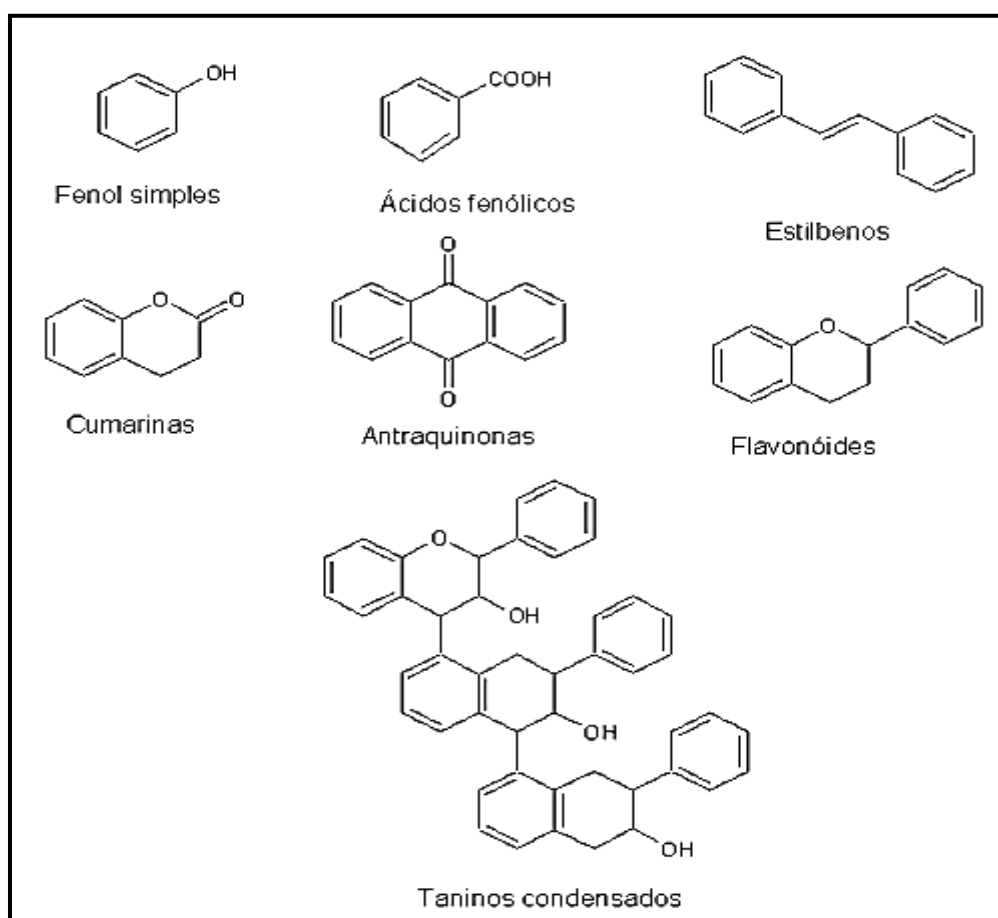
O organismo humano e o cérebro, em particular, são altamente dependentes do AA para um funcionamento adequado, no entanto, por questões ligadas à evolução, o organismo humano possui um gene incapaz de produzir a gulonolactone oxidase, enzima necessária para produzir AA a partir da glicose, o que deixa os seres humanos dependentes de fontes alimentares ricas nesse composto (HARRISON; BOWMAN; POLIDORI, 2014).

Segundo a FAO/OMS (2001) a recomendação diária de vitamina C é de 45mg/d para adultos, 70mg/d para lactantes, 55mg/d para gestantes e de 35mg/d para crianças de 7 a 10 anos (BRASIL, 2005), no entanto, sabe-se que essa recomendação quase sempre não é cumprida, devido principalmente à baixa ingestão de alimentos contendo vitamina C ou mesmo a baixa frequência desse consumo. Sendo assim, o consumo de alimentos ricos em vitamina C e a elaboração de produtos contendo concentrações desse composto contribuem para a complementação da ingestão necessária de AA e para o bom funcionamento do organismo (MOCK et al., 2017).

3.4.2 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos (Figura 2) se caracterizam por apresentarem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos. Estão entre os mais importantes e numerosos metabólicos secundários do reino vegetal, com aproximadamente 10.000 estruturas conhecidas. Podem ser classificados em solúveis em água (ácidos fenólicos, fenilpropanoides, flavonóides e quininas) e insolúveis em água (taninos condensados e ligninas) (HAMINIUK et al., 2012) ou podem ser divididos em classes, quanto ao tipo de esqueleto principal que constitui o anel benzênico e com a cadeia substituinte, como por exemplo, os ácidos fenólicos, cumarinas, xantonas, e ainda polifenóis como os taninos e flavonoides (BORGES, 2011; ALEGRE, 2015).

Figura 2 - Representação do esqueleto básico de compostos fenólicos.



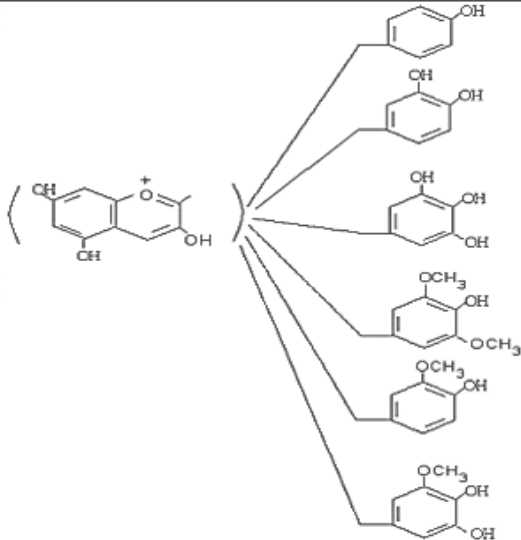
Fonte: Silva, 2008.

Dentre os compostos fenólicos mais comuns estão os flavonoides, definidos quimicamente como substâncias compostas por um núcleo 1,3 – difenilpropano, que consiste em dois anéis aromáticos ligados por uma estrutura de três carbonos e substituintes em uma ou mais hidroxilas (BORGES, 2011).

Esses compostos formam um grupo extenso com ampla distribuição no reino vegetal e estão presentes em frutas, folhas, sementes e em outras partes das plantas, atuando como pigmentação e defesa, e há muito tempo despertam interesse como componentes promotores da saúde na dieta humana (DIXON; STEELE, 1999; SOUSA; VIEIRA; LIMA, 2011; LOPES et al., 2017).

Sendo assim, além da função de pigmentação, os flavonoides tem ainda função antioxidante (LIMA et al., 2011), anti-inflamatória (RIBEIRO et al., 2013; FREITAS et al., 2014), anticarcinogênica (MONASTERIO et al., 2004) e antimicrobiana (LOPES et al., 2017) e estão divididos em subclasses nas quais estão incluídas as antocianinas (Tabela 1), que são os pigmentos que conferem a cor vermelha, azul e púrpura dos vegetais (CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009).

Tabela 1- Estrutura e nome das principais antocianinas.

Estrutura	Nomes
	Pelargonidina
	Cianidina
	Delfinidina
	Malvidina
	Peonidina
	Petunidina

Fonte: Adaptado de Lopes et al 2007.

Esse pigmento tem função antioxidante e age na prevenção de doenças neurais, cardiovasculares, câncer (CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009) e diabetes (SONG et al., 2016).

3.5 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Os radicais livres são espécies químicas altamente reativas que, quando em excesso, podem provocar danos oxidativos. Essas espécies químicas possuem elétrons desemparelhados que capturam elétrons de outras moléculas para tentar se estabilizar (FERREIRA; MATSUBARA, 1997; SILVA; FERRARI, 2011; ALEGRE, 2015).

Naturalmente o metabolismo oxidativo do organismo produz espécies reativas de oxigênio, como as hidroxilas ($\text{OH}\cdot$), superóxido ($\text{O}_2\cdot^-$), peroxila ($\text{ROO}\cdot$), que são essenciais para a sobrevivência das células. No entanto, níveis baixos de antioxidantes endógenos, hábitos alimentares, o tabagismo, venenos ambientais, consumo de álcool e a radiação ionizante intensificam a produção desses radicais livres, provocando o estresse oxidativo e danos que resultam em morte celular, doenças degenerativas e câncer (BARBOSA et al., 2010; SILVA; FERRARI, 2011; ALEGRE, 2015).

O consumo regular de vegetais, de uma forma geral, está intimamente relacionado a efeitos benéficos à saúde e esses efeitos são atribuídos às propriedades antioxidantes dos compostos bioativos presentes nesses alimentos. Sabe-se que as plantas produzem grande quantidade de diferentes metabolitos secundários redox-ativos, ou seja, antioxidantes, tais como ácido ascórbico, carotenóides, polifenóis e enzimas com atividade que protegem as células do dano oxidativo (DAUCHET; AMOUYEL; DALLONGEVILLE, 2005; INFANTI et al., 2013).

3.6 COLÁGENO HIDROLISADO

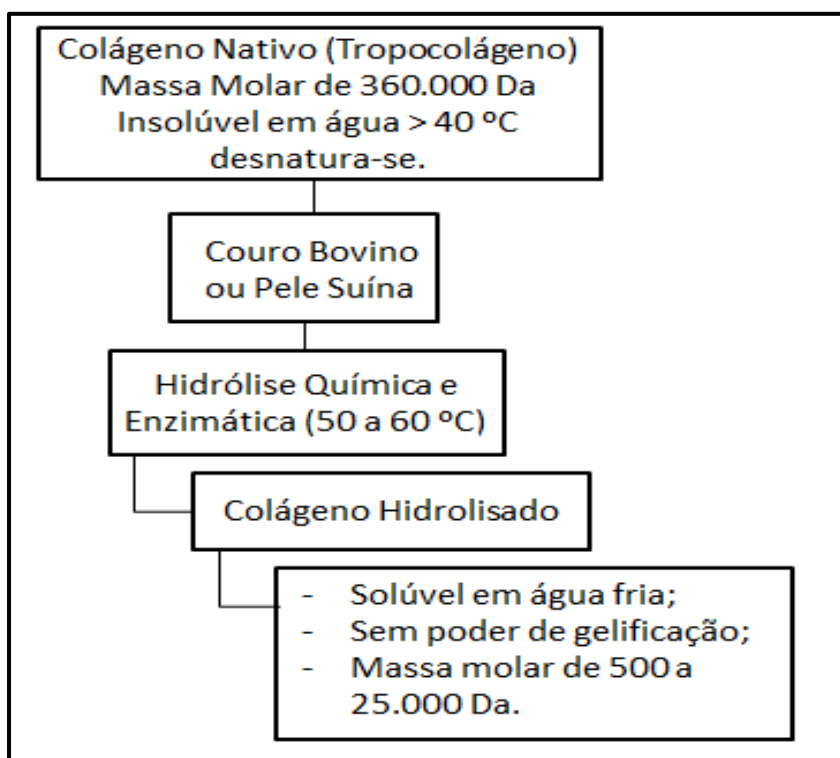
O colágeno é uma proteína de origem animal que tem como função manter a integridade estrutural dos tecidos em que está presente, é encontrado nos tecidos conjuntivos como nos ossos, tendões, veias, cartilagem, pele, dentes e músculos. É fibroso e contém cadeias peptídicas dos aminoácidos glicina, prolina, lisina, hidroxilisinas, hidroxiprolinas e alaninas (GÓMEZ-GUILLÉN et al., 2011; SILVA; PENNA, 2012; PAL; SURESH, 2016).

Em razão do envelhecimento a produção de colágeno começa a diminuir e o organismo passa a ter a necessidade de suplementação (GONÇALVES et al., 2015). Nesse contexto, a indústria vem considerando o aumento da sua aplicação nos

produtos alimentícios devido a sua relevância nutricional e funcional, bem como suas características tecnológicas. Para tanto o colágeno nativo, que é obtido de animais (bovinos, suínos, aves e peixes) (DANIS et al., 2008) é transformado em diversos subprodutos, tais como a fibra colágena, o colágeno parcialmente hidrolisado (gelatina Tipo A e B) e o colágeno hidrolisado, diferindo quanto aos processos de obtenção (PRESTES, 2013). No Brasil, o colágeno é obtido principalmente dos subprodutos da indústria de carnes em razão da elevada produção de carne para exportação (SILVA; PENNA, 2012).

O colágeno hidrolisado é obtido (Figura 1) do colágeno nativo ou tropocolágeno que corresponde à unidade básica do colágeno, formado por três cadeias de polipeptídeos que se entrelaçam em formato helicoidal formando uma molécula linear (PRESTES, 2013; PAL; SURESH, 2016). O colágeno nativo passa por um processo de hidrólise química e enzimática, sob condições controladas, para sua transformação em colágeno hidrolisado, passando a assumir características diferenciadas como a solubilidade em água fria, ausência de poder de gelificação, elevado conteúdo proteico e grande capacidade de retenção de água (SILVA; PENNA, 2012; PRESTES, 2013).

Figura 1 - Diagrama de fluxo de obtenção de colágeno hidrolisado.



Fonte: Adaptado de Prestes, 2013.

A aplicação do colágeno hidrolisado na indústria é motivada pelas suas propriedades emulsificante, espessante, estabilizante, fácil manuseio com possibilidade de uso em diversos alimentos (GÓMEZ-GUILLÉN et al., 2011). E principalmente pelas suas propriedades funcionais (PATI et al., 2010; GÓMEZ-GUILLÉN et al., 2011), já que sua ingestão fornece matéria prima para a produção de proteínas de colágeno de acordo com o tipo e necessidade (GONÇALVES et al., 2015), além disso, são considerados fonte de fibras e proteína animal (SILVA; PENNA, 2012).

O colágeno tem função na derme e epiderme, aumentando a capacidade de absorção de água da camada mais externa. A hidratação desses tecidos está diretamente relacionada à suavidade e a redução de rugas da pele. Além de auxiliar no ganho de massa muscular, diminui o tempo de recuperação, ajuda a reconstruir estruturas danificadas das articulações e melhora o desempenho cardiovascular (BHAGWAT; DANDGE, 2016).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 AQUISIÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS

A quirera de arroz branco polido (*Oryza sativa* L.) foi adquirida diretamente de uma indústria beneficiadora de arroz na cidade de Teresina-PI e o colágeno hidrolisado doado pela Rousselot Gelatinas do Brasil Ltda. Enquanto que os demais ingredientes, como polpas e açúcar cristal, foram adquiridos no mercado varejista de Teresina-PI.

O estudo foi realizado no período de agosto e setembro de 2017, na cidade de Teresina, Piauí.

4.2 DELINEAMENTO

Este trabalho corresponde a um recorte de um projeto maior e, portanto, as 3 formulações, objetos do estudo, foram obtidas a partir do resultado de um Delineamento Composto Central Rotacional - DCCR, de 11 formulações, que foram submetidas a uma análise sensorial, e selecionadas as três melhores formulações.

4.3 ELABORAÇÃO DA BEBIDA

Foram elaboradas 3 (três) formulações do extrato de arroz saborizado com um *blend* de frutas e enriquecido com colágeno hidrolisado, variando apenas a concentração do mix de polpa e sólidos solúveis totais (SS) (Tabela 2).

Tabela 2. Variáveis independentes na formulação do extrato de arroz saborizado com um blend de frutas e enriquecido com colágeno hidrolisado.

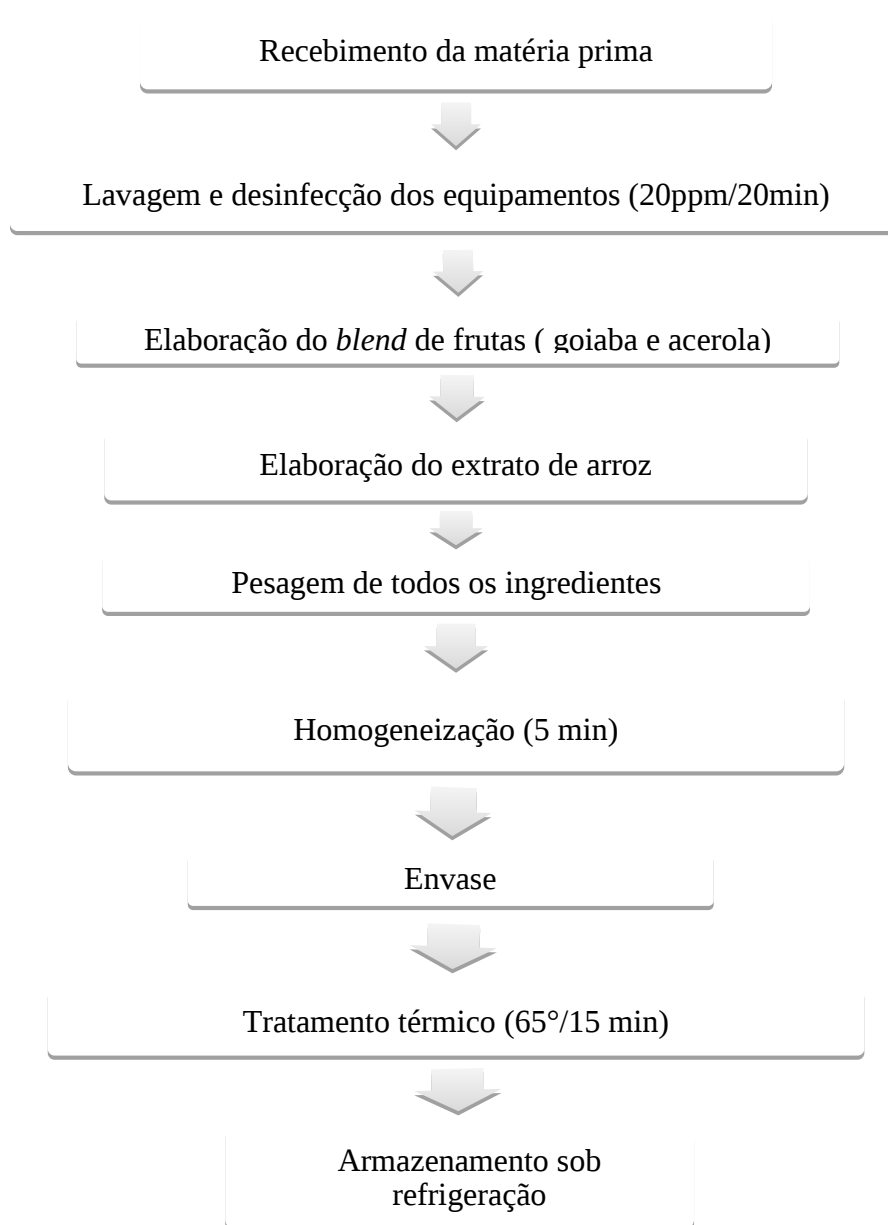
Ingredientes	Formulações		
	F1	F2	F3
SS (%)*	11	13,5	12
Mix de polpa (%)	40	44	44

*Sólidos solúveis.

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

As principais etapas envolvidas na elaboração da bebida de arroz estão representadas na Figura 3. As bebidas foram elaboradas com diferentes proporções do mix de polpa, onde a proporção da polpa de acerola foi mantida constante na elaboração do mix além de sacarose e água, mantendo fixas as quantidades de extrato de arroz e colágeno.

Figura 3 - Fluxograma de produção da bebida de arroz.



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Inicialmente foi realizada a lavagem e desinfecção de todos os equipamentos e demais materiais (facas, bacias, colheres, copo do liquidificador e panelas) com água e detergente neutro, seguido de enxágue em água corrente. Em seguida foi feita a imersão do material lavado, em água clorada (20 ppm) por 20 minutos, com posterior secagem natural.

Na esterilização das garrafas foi utilizado detergente neutro para sua lavagem, em seguida foram enxaguadas em água corrente. As garrafas foram imersas em uma panela com água a 130°C por 15 minutos. Após a esterilização as garrafas foram invertidas em bancada limpa e desinfetada para retirar o excesso de água.

4.3.1 Elaboração do *blend* de frutas

Para a elaboração do *blend* de frutas, foram utilizadas diferentes proporções de polpa de goiaba, sendo a proporção da polpa de acerola mantida constantes nas três formulações. As polpas foram pesadas, obedecendo às proporções estabelecidas pelo delineamento e pela análise sensorial, que destacaram as três formulações em estudo, como as mais bem aceitas. Em seguida, foram homogeneizadas em liquidificador doméstico, a fim de obter o mix de polpa para o preparo da bebida. Após o preparo, o *blend* foi armazenado sob refrigeração até o momento da mistura de todos os ingredientes, que ocorreu 10 minutos após a finalização do *blend*.

4.3.2 Elaboração do extrato de arroz

A quirera foi pesada e depois de lavada com água potável, foi cozida na proporção de 1:2 de água por cerca de 30 minutos. Foi utilizado 500g de arroz para 1litro de água.

Após o cozimento, o material foi triturado em liquidificador doméstico, com adição de água na mesma proporção do cozimento. Para finalizar o extrato de arroz, a massa formada, após trituração em liquidificador, foi filtrada em gaze estéril até obtenção de um líquido branco, que corresponde ao extrato de arroz.

4.3.3 Elaboração da bebida

Com o extrato já elaborado, foi realizada a pesagem de todos os componentes da bebida (extrato, colágeno hidrolisado, açúcar e *blend* de goiaba e

acerola) e realizada a homogeneização em liquidificador por 5 minutos. Em seguida realizou-se o envase em garrafas de vidro de 250 mL, que foram vedadas com tampa plástica de rosca, seguido de tratamento térmico, com pasteurização a 65°C por 15 minutos.

Após o tratamento térmico as garrafas contendo a bebida foram embaladas individualmente com papel alumínio e resfriadas em geladeira. As formulações foram elaboradas em 3 (três) lotes, totalizando 9 amostras.

4.4 COMPOSTOS BIOATIVOS

A análise de fenólicos totais foi realizada no Laboratório de Bromatologia e Bioquímica de Alimentos, no Departamento de nutrição do Centro de Ciências da Saúde na Universidade Federal do Piauí – UFPI. A análise de vitamina C foi realizada no laboratório de bromatologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí Campus Teresina Central.

4.4.1 Determinação de fenólicos totais

4.4.1.1 Preparo dos extratos

Para obter a melhor extração de fenólicos totais na bebida de arroz saborizada e enriquecida com colágeno hidrolisado, foi utilizado o extrato - Metanol / Acetona / Água (2:2:1), conforme metodologia adaptada de Rufino et al. (2007). Inicialmente a amostra foi pesada em um tubo Falcon de 15 mL, em balança analítica modelo M124Ai, adicionada de 4 mL de metanol 50%, homogeneizada e levada ao ultrassom UNIQUE® USC -1600A por 30 minutos à temperatura ambiente. Em seguida foi levada à centrifuga (Centrifuga® 5702), a 4000g por 15 minutos, transferindo, logo após a centrifugação, o sobrenadante para um balão volumétrico de 10 mL.

A partir do resíduo da primeira extração, adicionou-se 4 mL de acetona 70%, seguida de homogeneização e de extração por 30 minutos em ultrassom à temperatura ambiente. Posteriormente centrifugou-se a 4000g por 15 minutos, transferindo o sobrenadante para um balão de 10 mL e completando o volume para 10 mL com água destilada. Para melhor leitura da absorbância nas análises de

fenólicos totais e atividade antioxidante foi feita uma diluição na proporção de amostra e extrato (Metanol / Acetona / Água) de 1:4.

4.4.1.2 Determinação dos fenólicos totais

A determinação de fenólicos totais foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Swain e Hillis (1959), adaptada por Lima (2008). Foram adicionados em diferentes balões volumétricos de 10mL, 100 µL do extrato (Metanol / Acetona / Água) separadamente, e em cada balão foi adicionado 0,5 mL do Reagente Folin-Ciocalteu (puro) agitando com vigor, em agitador Vortex® Maxim lab. 5 minutos após a agitação, foi adicionado 1,5 mL de carbonato de sódio a 20 % m/v. A solução foi agitada manualmente e em seguida foi completado o volume do balão com água destilada. A solução ficou em repouso por 2 horas ao abrigo da luz e logo após foram realizadas as leituras das absorbâncias em espectrofotômetro BEL® SP 1102, a 765 nm. A mesma leitura também foi realizada com um branco contendo os mesmos reagentes menos a amostra.

Foi utilizado como padrão o ácido gálico, nas concentrações de 50, 100, 150, 250, e 500 mg/L para construção da curva de calibração, e através da reta obtida, foi calculado o teor de fenólicos totais, em mg de ácido gálico/g de amostra.

4.4.2 Determinação da vitamina C

O teor de vitamina C foi determinado através do método de Tillmans, onde, a amostra foi titulada com 2,6-diclorofenol indofenol obtendo-se o teor de vitamina C em miligramas a partir do volume gasto na titulação. A amostra foi composta de 3g da bebida, 50 mL de água destilada e 50 mL de ácido oxálico a 1%, e posteriormente homogeneizada. Esta foi titulada até coloração rosa persistente durante 15 segundos, obtendo-se o volume gasto em mL (IAL, 2005). Para o cálculo do teor de vitamina C foi utilizada a equação I:

Equação (I)

$$\text{Vitamina C (mg/100g)} = \frac{\text{Volume gasto} \times 100 \times \text{fator de correção}}{\text{peso da amostra}}$$

4.5 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A análise da atividade antioxidante foi realizada no laboratório de bromatologia e bioquímica de alimentos, no Departamento de nutrição do Centro de Ciências da Saúde na Universidade Federal do Piauí – UFPI. A determinação da atividade antioxidante foi realizada pelo método DPPH, segundo a metodologia de Kim et al. (2002).

O método DPPH é baseado na captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picrildrazil) por antioxidantes, produzindo um decréscimo da absorbância a 515nm. O DPPH é um radical livre que pode ser obtido diretamente por dissolução do reagente em meio orgânico.

4.5.1 Preparo DPPH a 0,1mM (100 µM)

Para o preparo do DPPH a 0,1 mM (100µM) foi dissolvido 0,0394g de DPPH em 10 mL de metanol, em seguida foi feita uma diluição 1:100 da solução em metanol 80%v/v em balão volumétrico, ajustando a absorção inicial para o valor próximo de 0,800 (Após a solução pronta, o balão foi levado semiaberto ao extrator ultrassom UNIQUE modelo USC -1600A, por 5min, para retirada do ar). A solução foi conservada em geladeira a 10°C por 24h.

4.5.2 Determinação da atividade antioxidante

Em um tubo de ensaio foi pipetado 2,9 mL do radical DPPH a 0,1mM (usado em temperatura ambiente) e realizada a leitura, em cubetas de vidro de 10 mm , da absorbância a $A_{515nm} = A_0$ de cada padrão, individualmente, antes de adicionar a amostra, em seguida foi adicionado 100µL do extrato da amostra. A solução foi homogeneizada e colocada em repouso por 30min ao abrigo da luz. Após o repouso foram transferidas para as cubetas de 10 mm e lidas em espectrofotômetro, marca BEL, modelo SP 1102, (Absorbância a $A_{515nm} = A_f$) obedecendo um tempo máximo de 30 min no total, sendo que o intervalo entre as leituras das amostras foi de aproximadamente 30 seg.

O poder de sequestro de radicais pela amostra foi calculado de acordo com a equação II:

Equação (II)

$$\% \text{ de inibição do radical} = (1 - (A_f/A_0)) \times 100$$

Onde:

A_f : Absorbância a 515nm do padrão com a amostra.

A₀: Absorbância a 515nm do padrão sem a amostra.

Foi construída uma curva padrão com Trolox em diferentes concentrações (0-100 mg/L) como referência. Os resultados foram expressos em $\mu\text{mol TEAC}$ (Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox) por 100 g de amostra.

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos das análises foram submetidos à estatística descritiva básica para a avaliação da média e desvio padrão, além da análise de variância (ANOVA), teste de Tukey ao nível de 5% de significância e correlação de Pearson a 5%, utilizando o Statistical Analysis System (SAS, 1997).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para as análises de Fenólicos totais, Vitamina C e Atividade antioxidante, em bebida à base de extrato de arroz, saborizado com um *blend* de frutas e enriquecida com colágeno hidrolisado, estão representados na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultado das análises de fenólicos totais, vitamina C e atividade antioxidante em bebida à base de extrato de arroz, saborizado com um blend de frutas e enriquecida com colágeno hidrolisado.

Formulação	Vitamina C (mg/100mL ⁻¹)	Fenólicos totais (mgEAG/100g)	Atividade antioxidante (umol TEAC/100g)
F1	30,03 ^a	563,00 ^a	507,33 ^a
F2	28,17 ^{ab}	534,67 ^a	536,33 ^a
F3	27,48 ^b	437,33 ^b	664,00 ^b

*Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem significativamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Em relação ao teor de vitamina C, houve diferença estatística entre as formulações 1 e 3 ($p \leq 0,05$). Observa-se que a formulação 3, com maior porcentagem do mix de polpa, apresentou menor teor de vitamina C em relação a formulação 1, aquela que possui menor porcentagem do mix de polpa. Considerando que a proporção de polpa de acerola foi mantida constante no mix, o aumento na porcentagem do mix de polpa nas diferentes formulações, corresponde a um aumento na proporção de polpa de goiaba e, portanto, quem contribui para os maiores teores de vitamina C é a polpa de acerola.

No extrato saborizado em estudo, os teores de vitamina C tiveram valores médios de 27,48 mg 100mL⁻¹ a 30,03 mg 100mL⁻¹ e mesmo na formulação com menor teor de vitamina C (F3), a porção de 200mL da bebida contribui com 122,13% da ingestão diária recomendada de vitamina C para adulto, que segundo a Resolução 269/05 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, é de 45mg (BRASIL, 2005) e, portanto, a bebida formulada pode ser considerada um produto com alto conteúdo de vitamina C (BRASIL, 2012).

Estes resultados corroboram com os estudos que relatam que a acerola é um importante agente enriquecedor e pode ser utilizado em bebidas para aumentar o teor de vitamina C (MATSUURA; ROLIM, 2002; FARAONI et al., 2012).

Matsura e Rollin (2000) observaram elevações no teor de vitamina C em bebidas elaborados com abacaxi e acerola, encontrando médias superiores a $100\text{mg}/100\text{mL}^{-1}$ da vitamina, enquanto que Faraoni et al. (2012), ao analisarem bebida mista de acerola, manga e goiaba, também verificaram aumento nos valores de vitamina C, principalmente pela adição da acerola à mistura, com média geral de $45,90\text{mg}/100\text{mL}^{-1}$.

Para os resultados do teor de fenólicos totais, a formulação F3 (com maior porcentagem do mix de polpa), demonstrou ser estatisticamente diferente das formulações F1 e F2. Apesar da maior porcentagem de mix de polpa pertencer à F3, seus teores de fenólicos foram menores do que na formulação com menor porcentagem do mix (F1), demonstrando que os teores de fenólicos podem ter relação com a presença da acerola, reforçando os estudos que relatam que a acerola é um importante agente enriquecedor.

Pereira et al. (2014) encontraram teores de fenólicos variando de $104,63 \pm 1,45 \text{ mgEAG}/100\text{g}$ a $103,01 \pm 5,96 \text{ mgEAG}/100\text{g}$ ao analisarem bebidas contendo acerola e outras frutas tropicais em diferentes proporções, sendo a formulação com maior proporção de acerola a que teve destaque quanto ao teor de fenólicos totais.

A bebida elaborada em estudo, apresentou médias que variaram de $563 \text{ mgEAG}/100\text{g}$ (F1) a $437,33 \text{ mgEAG}/100\text{g}$ (F3), demonstrando que a bebida possui boa quantidade de fenólicos e, portanto, pode ser considerada uma boa fonte deste composto, podendo auxiliar na prevenção de algumas doenças como câncer e diabetes (HAMINIUK et al., 2012).

No que se refere à capacidade antioxidante da bebida em estudo (tabela 3), é possível observar que, os compostos bioativos presentes atuam como doadores de hidrogênio ao radical, no entanto, essa ação é diferenciada entre as formulações. Foram encontrados valores variando de $507,33$ a $664,00 \text{ umol TEAC}/100\text{g}$, sendo a formulação 3 a que exibiu maior atividade antioxidante.

A capacidade antioxidante observada na bebida pode está relacionada à presença da acerola e da goiaba, frutas que possui boa capacidade antioxidante, devido à presença de substâncias que desempenham essa função (AGOSTINI-

COSTA; ABREU; ROSSETTI, 2003; SILVA et al., 2016). Melo et al. (2008), observaram que a acerola e a goiaba possuem elevada capacidade de sequestro do radical DPPH, ambas, com percentual de sequestro superior a 90%. Ainda segundo Melo et al. (2008), a elevada capacidade antioxidante dessas frutas se dá pela presença de compostos bioativos, que potencializam essa ação.

A Tabela 4 apresenta a correlação entre os compostos bioativos, fenólicos totais e vitamina C, e destes com a atividade antioxidante.

Tabela 4 - Correlação de Pearson entre os Fenólicos totais, Vitamina C e Atividade antioxidante da bebida formulada.

	Fenólicos Totais	Vitamina C	Atividade Antioxidante
Fenólicos	1	0,64	-0,77*
Vitamina C	-	1	-0,67*
Atividade Antioxidante	-	-	1

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

A correlação entre fenólicos totais e vitamina C ($r = 0,64$) foi positiva moderada, onde, os teores de vitamina C e fenólicos mostraram-se diretamente proporcionais, assim como os resultados de Rufino et al. (2010), que também encontraram correlação positiva entre compostos fenólicos e vitamina C ($r = 0,70$) ao analisar 18 espécies de frutas tropicais.

A vitamina C demonstrou correlação negativa ($r = -0,67$) com a atividade antioxidante. Em alguns casos, a presença da vitamina C pode apresentar um comportamento inverso e atuar como pró-oxidante. Em situações *in vitro* a reação de Fenton (redução de peróxido de hidrogênio por Cu^{1+} ou Fe^{2+} livres em excesso a radical hidroxila) pode ser favorecida pela presença da vitamina C, já *in vivo* o efeito pró-oxidante da vitamina C ocorre principalmente em situações patológicas, onde o ferro ou cobre livre estão elevados, levando a vitamina C a uma atividade pró-oxidante. Em situações normais *in vivo*, esses metais encontram-se ligados às proteínas de transporte ou armazenamento e, portanto, a propriedade antioxidante da vitamina C supera sua propriedade pró-oxidante (BARREIROS; DAVID, 2006; CERQUEIRA; MEDEIROS; AUGUSTO, 2007).

A adição de vitamina C em produtos visando aumentar a vida útil ou os níveis nutricionais também pode acelerar a degradação de alguns compostos (KONDAKÇI,

et al. 2013). Roidoung, Dolan, Siddiq (2017) analisaram sucos de Cranberries fortificado com vitamina C e observaram um aumento na degradação de antocianinas. Segundo os autores a presença de vitamina C pode aumentar a formação de espécies reativas de oxigênio e aumentar a degradação das estruturas das antocianinas, que segundo, Kuskoski et al. (2006), são compostos com influência na atividade antioxidante de muitos alimentos.

Já a correlação entre a atividade antioxidante e fenólicos totais ($r = - 0,77$) foi negativa e forte, indicando influência inversa dos fenólicos totais sobre a atividade antioxidante.

Rufino et al. (2010) observaram correlação negativa entre compostos fenólicos e atividade antioxidante, pelo método DPPH, corroborando com o presente estudo e demonstrando que outros componentes bioativos da matriz alimentar podem influenciar a atividade antioxidante total. SUN et al. (2002), observaram em seu estudo que o conteúdo fenólico e a atividade antioxidante de frutas foram subestimados na literatura, uma vez que não foram incluídos fenóis vinculados. Portanto, é da sinergia dos compostos fitoquímicos a maior contribuição para a atividade antioxidante em frutas e nos produtos que as contém e não, apenas, de um único composto.

Compostos como os carotenóides, encontrados em outros estudos, tanto na goiaba quanto na acerola, podem ter contribuído para a elevada ação antioxidante da F3, pois, assim como os compostos fenólicos e a vitamina C, os carotenóides também possuem ação de inibição e sequestro dos radicais livres (AGOSTINI-COSTA; ABREU; ROSSETTI, 2003; ARAUJO; MENEZES, 2010; PEREIRA et al., 2014; SILVA et al., 2016).

Sendo assim, é possível que a ação de outros componentes fitoquímicos com ação antioxidante possam ter influenciado nos resultados ou mesmo uma possível ação pró-oxidante da vitamina C, sendo necessária a determinação da presença desses compostos e da atuação da vitamina C para melhor esclarecimento do comportamento antioxidante da bebida em estudo.

6 CONCLUSÃO

Foi possível a elaboração das 3 formulações da bebida à base de extrato de arroz saborizada com um *blend* de frutas tropicas e enriquecida com colágeno hidrolisado. Todas as amostras apresentaram compostos fenólicos, alto conteúdo de vitamina C e atividade antioxidante, no entanto a atividade antioxidante identificada não tem correlação positiva com os compostos bioativos avaliados, podendo esta, ser em decorrência da presença de outros compostos presentes na bebida. Portanto, é necessária uma avaliação mais completa dos compostos presentes na bebida para elucidar qual deles afeta, de forma positiva, a atividade antioxidante.

REFERÊNCIAS

ADRIANO, E.; LEONEL, S.; EVANGELISTA, R. M. Qualidade de fruto da aceroleira cv. Olivier em dois estádios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. Especial. n.1 p. 541-545. 2011.

ALEGRE, G. F. S. **Determinação de compostos bioativos e capacidade antioxidante em sucos frescos e pasteurizados de laranja**. Dissertação. Curso de Nutrição, Alimentos e Nutrição, Universidade Estadual Paulista - Júlio de Mesquita Filho – UNESP. Araraquara. 2015. 70 f.

AGOSTINI-COSTA, T. S.; ABREU, L. N.; ROSSETTI, A. G. Efeito do congelamento e do tempo de estocagem da polpa de acerola sobre o teor de carotenóides. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 25. n. 1. p. 56-58. 2003.

ARAÚJO, E. M. de; MENEZES, H. C de. Estudo de fibras alimentares em frutas e hortaliças para uso em nutrição enteral ou oral. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 30. n. 1. p.1-6. 2010.

ARRIGONI, O.; TULLIO, M. C. de. The role of ascorbic acid in cell metabolism: between gene-directed functions and unpredictable chemical reactions. **Journal Of Plant Physiology**. v. 157. n.5. p. 481-488. 2000.

Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas, (ABIR), 2016. Disponível em: <https://abir.org.br/o-setor/dados/bebidas-a-base-de-soja> Acesso em: 10/10/17.

ATAÍDES, W. S. **O extrato de arroz como substituto para crianças que possuem alergias ou intolerâncias ao leite de vaca**. Monografia. Centro universitário de Brasília – UNICEUB. Faculdade de ciências da educação e saúde curso de nutrição. Brasília, 2015. 23f.

BARBOSA, K. B. F.; COSTA, N. M. B.; ALFENAS, R. de C. G.; DE PAULA, S. O.; MINIM, V. P. R.; BRESSAN, J. Oxidative stress: concept, implications and modulating factors. **Revista de Nutrição**. v. 23. n.4. p.629-643. 2010.

BARREIROS, A,L.B.S.; DAVID, J.M. Estresse oxidativo: Relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química nova**. v.29. n.1. p.113-123. 2006.

BASTOS, D. H. M.; ROGERO, M. M.; ARÊAS, J. A. G. Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia**. v. 53. n. 5. p.646-656. 2009.

BANERJEE, J.; SINGH, R.; VIJAYARAGHAVAN, R.; MACFARLANE, D.; PATTI, A. F.; ARORA, A. Bioactives from fruit processing wastes: green approaches to valuable chemicals. **Food chemistry**. v. 225. [s/n]. p 10–22. 2017.

BENTO, R.S.; SCAPIM, M.R. da S. AMBROSIO-UGRI, M.C.B. Desenvolvimento e caracterização de bebida achocolatada à base de extrato hidrossolúvel de quinoa e de arroz. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. v.71. n. 2. p.317-23. 2012.

BHAGWAT, P.K. ; DANDGE, P. B. Isolation, characterization and valorizable applications of fish scale collagen in food and agriculture industries. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**. v. 7. n. 1. p.234–240. 2016.

BILEK, S. E.; BAYRAM, S. K. Fruit juice drink production containing hydrolyzed collagen. **Journal of functional foods**. v. 4. n. 1. p.562–569. 2015.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2015.02.024>.

BORGES, K. C. **Estudo das características físico-químicas e funcionalidade de bagaço de frutas tropicais desidratadas em leite de jorro**. Dissertação. Curso de Engenharia Química, Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2011. 156 f.

BRASIL, Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Diário oficial da união. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (idr) de proteína, vitaminas e minerais. **ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Brasília, Distrito federal, 2005.

BRASIL, Instrução Normativa nº6, de 18 de fevereiro de 2009. Regulamento Técnico do Arroz, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem. **Diário oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, Distrito federal, 2009.

BRASIL, Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, Distrito Federal, 2009.

BRASIL, Resolução RDC nº54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Brasília, Distrito federal, 2012.

CARVALHO, W. T.; REIS, R. C. dos; VELASCO, P.; SOARES JÚNIOR, M. S.; BASSINELLO, P. Z.; CALIARI, M. Características físico-químicas de extratos de arroz integral, quirera de arroz e soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 41. n. 3. p.422-429. 2011. <http://dx.doi.org/10.5216/pat.v41i3.9885>.

CASTAÑEDA-OVANDO, A.; PAEZ-HERNANDEZ, M. E.; RODRIGUEZ, J. A.; GALÁN-VIDA, C. A. Chemical studies of anthocyanins: A review. **Food Chemistry**. v. 113. n. 4. p. 859-871. 2009.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.001>.

CERQUEIRA, F. M.; MEDEIROS, M. H. G DE; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química nova**. v. 30. n. 2. P.441-449. 2007.

CORREIA, L. F. M.; FARAONI, A. S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. **Alimentos e Nutrição**. v.19. n. 1. p.83-95. 2008.

CUNHA, K. D.; da SILVA, P. R.; COSTA, A. L. F. e S. da F.; TEODORO, A. J.; KOBLITZ, M. G. B. Estabilidade de ácido ascórbico em sucos de frutas frescos sob diferentes formas de armazenamento. **Brazilian Journal Of Food Technology**. v. 17. n. 2. p.139 - 145. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/bjft.2014.016>.

DAUCHET, L.; AMOUYEL, PH.; DALLONGEVILLE, J. Consommation de fruits et légumes et risqué d'accident vasculaire cérébral et cardiaque: méta-analyse des études épidémiologiques prospectives. **Cahiers de Nutrition et de Diététique**. v.40. n.1. p. 31-40. 2005. Doi: CND-02-2005-40-1-0007-9960-101019-200501894.

DENIS, A.; BRAMBATI, N.; DESSAUVAGES, B.; GUEDJ, S.; RIDOUX, C.; MEFFRE, N.; AUTIER, C. Molecular weight determination of hydrolyzed collagens. **Food Hydrocolloids**. v. 22. n. 6. p. 989-994. 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.05.016>.

DIXON, R. A.; STEELE, C. L.. Flavonoids and isoflavonoids: a gold mine for metabolic engineering. **Trends In PlantScience**. v. 4. n. 10. p. 394-400. 1999.

EMBRAPA. O. F. da S. **Arroz: Estatísticas de produção**. 2014. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fe7457q102wx5eo07qw4xezy8czjj.html>>. Acesso em: 2 abr. 2017.

FANG, T.; ZHEN, Q.; LIAO, L.; OWITI, A.; ZHAO, L.; KORBAN, S.S.; HAN, Y. Variation of ascorbic acid concentration in fruits of cultivated and wild apples. **Food Chemistry**. v. 225. p.132-137. 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.014>.

FARAONI, A. S.; RAMOSI, A M.; GUEDES, D. B.; OLIVEIRA, A.do N.; DE LIMA, T. H. S. F.; DE SOUSA, P.H. M. Desenvolvimento de um suco misto de manga, goiaba e acerola utilizando delineamento de misturas. **Ciência rural**. v.42. n.5. p. 911- 917. 2012.

FERREIRA, A.L.A.; MATSUBARA, L.S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista Associação Médica do Brasil**. v. 43. n.1. p.61-8. 1997.

FREITAS, C. A. S.; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e Produtos. **Revista Brasileira de Agrociência**. v. 12. n. 4. p. 395-400. 2006.

FREITAS, M.; RIBEIRO, D.; , TOME, S. M.; SILVA, A. M.S.; FERNANDES, E. Synthesis of chlorinated flavonoids with anti-inflammatory and pro-apoptotic activities in human neutrophils. **European Journal Of Medicinal Chemistry**. v. 86. p.153-164. 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejmech.2014.08.035>.

GAZOLA, M. B.; PEGORINI, D.; LIMA, V. A.; RONCATT, R., TEIXEIRA, S. D., PEREIRA, E. A. Elaboração e caracterização de bebidas à base de extrato hidrossolúvel de soja com polpa de pitanga, amora e mirtilo. **B.CEPPA**. v. 34. n. 2. p. 1-14. 2016. <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v34i2.53136>.

GÓMEZ-GUILLÉN, M.C.; GIMÉNEZ, B.; LÓPEZ-CABALLERO, M.E.; MONTERO, M.P. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. **Food Hydrocolloids**. v. 25. n. 8. p.1813-1827. 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.02.007>.

GONÇALVES, G. R.; OLIVEIRA, M. A. S.; MOREIRA, R. F.; De BRITO, D. Benefícios da ingestão de colágeno para o organismo humano. **Revista Eletrônica de Biologia**. v. 8. n. 2. p.190-206. 2015. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br//index.php/reb/article/view/18568>>. Acesso em: 02 abr. 2017.

HAMINIUK, C. W. I.; MACIEL, G. M.; PLATA-OVIEDO, M. S. V.; PERALTA, R. M. Phenolic compounds in fruits - an overview. **International Journal Of Food Science & Technology**. v. 47. n. 10. p. 2023-2044. 2012. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03067.x>.

HARRISON, F. E.; BOWMAN, G. L.; POLIDORI, M. C. Ascorbic Acid and the Brain: Rationale for the Use against Cognitive Decline. **Nutrients**. v.6. n.1. p.1752-1781. 2014. <http://dx.doi.org/10.3390/nu6041752>.

HORST, M. A.; LAJOLO, F. M. Biodisponibilidade de compostos bioativos de alimentos. In: COZZOLINO, Silvia M. Franciscato et al. (Org.). **Biodisponibilidade de Nutrientes**. Cap. 37. p. 19. 2015.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**. v.30. n.4. p.1-84. 2017.

INFANTE, J.; SELANI, M. M.; TOLEDO, N. M.V.; SILVEIRA-DINIZ, M. F.; ALENCAR, S. M.; SPOTO, M. H. F. Atividade antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais. **Alimentos e Nutrição**. v. 24. n. 1. p.87-91. 2013.

JAEKEL, L. Z., RODRIGUES, R. S., SILVA, A. P. Physicochemical and sensorial evaluation of beverages with different proportions of soy and rice extracts. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.30. n. 2. p. 342-348. 2010.

KAUR, N. SINGH, D. P. Deciphering the consumer behavior facets off unction al foods: A literature review. **Appetite**. v.12. n.1. p.167-187. 2017. <http://DX.doi.org/10.1016/j.appet.2017.01.033>

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Wild fruits and pulps of frozen fruits: antioxidant activity, polyphenols and anthocyanins. **Ciência Rural**. v.36. n.4. p.1283-1287. 2006.

LIMA, A. de. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante in vitro e in vivo, e identificação dos compostos fenólicos presentes no Pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.)**. Tese. Faculdade de Ciência Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2008. 182f.

LIMA, A. de J. B. CORRÊA, A. D.; SACZK, A. A.; MARTINS, M. P.; CASTILHO, R. O. Anthocyanins, pigment stability and antioxidante activity in jabuticaba [*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg]. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 33. n. 3. p.877-887. 2011.

LIMBERGER, V. M.; SILVA, L. P.; EMANUELLI, T.; COMARELA, C. G.; PATIAS, L. D. Modificação química e física do amido de quirera de arroz para aproveitamento na indústria de alimentos. **Química Nova**. v. 31. n. 1. p.84-88. 2008.

LOPES, T. J.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira de Agrociência**. v.13. n. 3. p. 291-297. 2007.

LOPES, L. A. A.; SANTOS RODRIGUES; J. B.; MAGNANI, M.; SOUZA, E. L.; SIQUEIRA-JÚNIOR, J. Inhibitory effects of flavonoids on biofilm formation by *Staphylococcus aureus* that over expresses efflux protein genes. **Microbial Pathogenesis**. v. 107. n.1. p.193-197. 2017.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.micpath.2017.03.033>.

LORENZETT, D. B.; NEUHAUS, M.; SCHWAB, N. T. Gestão de resíduos e a indústria de beneficiamento de arroz. **Revista Gestão Industrial**. v. 8. n. 1. p.219-232. 2012. <http://dx.doi.org/10.3895/s1808-04482012000100011>.

LUMDUBWONG, N.; SEIB, P. A. Rice Starch Isolation by Alkaline Protease Digestion of Wet-milled Rice Flour. **Journal Of Cereal Science**. v.31. n.1. p. 63-74. 2000.

MASSARETTO, I. L. **Características químicas e nutricionais de arroz - preto, vermelho e selvagem e comparação por análise estatística multivariada**. Tese. Curso de Ciência dos Alimentos, Alimentos e Nutrição Experimental, Universidade de São Paulo/; Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, 2013. 153 f.

MATSUURA, F. C. A. U.; ROLIM, R. B. Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando à produção de um “blend” com alto teor de vitamina c. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 24. n. 1. p. 138-141. 2002.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; ARAÚJO, C.R. Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. **Alimentos e Nutrição**. v. 19. n. 1. p. 67-72. 2008.

MELO, J.R. L.; CAVALCANTI, M.T.; SILVA, J.N. Prospecção tecnológica como ferramenta de estudo para elaboração de extratos hidrossolúveis do arroz vermelho. **Cadernos de prospecção**. v.10. n. 2. p.237-247. 2017.

- MOCK, J. T.; CHAUDHARI, K.; SIDHU, A.; SUMIEN, N. The influence of vitamins E and C and exercise on brain aging. **Experimental gerontology**. v.94. n. 1. p.69 -72. 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.exger.2016.12.008>.
- MONASTERIO, A.; URDACI, M. C.; PINCHUK, I. V.; LOPEZ-MORATALLA, N.; MARTINEZ-IRUJO, J. J. Flavonoids induce apoptosis in human leukemia U937 cells through caspase-and caspase-calpain - dependent pathways. **Nutrition and câncer**. v. 50. n. 1. p. 90-100. 2004.
- MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**. v. 3. n. 2. p.109-122. 2006.
- NAVES, M. M. V. Características químicas e nutricionais do arroz. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. v. 25. n. 1. p.51-60. 2007.
- OCDE-FAO. Perspectivas Agrícolas no Brasil: desafios da agricultura brasileira 2015-2024. **Oecd-fao Agricultural Outlook**. p.1-54. 2015. http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-en.
- PAL, G. K.; SURESH, P.V. Sustainable valorisation of seafood by-products: Recovery of collagen and development of collagen-based novel functional food ingredients. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. v. 37 n.1 p. 201–215. 2016.
- PARAGINSKI, A. L. A natureza das inovações em agroindústrias de arroz do rio grande do sul. **Review Of Administration And Innovation – Rai**. v. 11. n. 1. p.55-72. 2014. <http://dx.doi.org/10.5773/rai.v11i1.1053>.
- PATI, F.; ADHIKARI, B.; DHARA, S. Isolation and characterization of fish scale collagen of higher thermal stability. **Bioresource Technology**. v. 101. n.1. p. 3737–3742. 2010.
- PEREIRA, A. C. da S.; DIONÍSIO, A. P.; WURLITZER, N. J.; ALVES, R.E.; BRITO, E. S.; SILVA, A. M. O.; Brasil, I. M.; MANCINI FILHO, J. Effect of antioxidant potential of tropical fruit juices on antioxidant enzyme profiles and lipid peroxidation in rats. **Food Chemistry**. v.157. n. 1. p.179-185. 2014. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.090>.
- PEREIRA, M. C.; BOSCHETTI, W.; RAMPAZZO, R.; CELSO, P. G.; HERTZ, P. F.; RIOS, A. DE O.; VIZZOTTO, M.; FLORES, S. H. Mineral characterization of native fruits from the southern region of Brazil. **Food Science And Technology**. v. 34. n. 2. p.258-266. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/fst.2014.0049>.
- PRESTES, R. C. Colágeno e Seus Derivados: Características e Aplicações em Produtos Cárneos. UNOPAR. **Ciência Biologia e Saúde**. v.15. n. 1. p. 65-74. 2013.
- REETZ, E. R.; KIST, B. B.; DOS SANTOS, C. E.; DE CARVALHO, C.; DRUM, M. **Anuário brasileiro da Fruticultura 2014**. p.104, 2015.

RIBEIRO, D.; FREITAS, M.; TOMÉ, S. M.; SILVA, A. M.S.; PORTO, G.; FERNANDES, E. Modulation of human neutrophils' oxidative burst by flavonoids. **European Journal Of Medicinal Chemistry**. v. 67. n. 1. p. 280-292. 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejmech.2013.06.019>.

ROSSO, V. V. Bioactivities of Brazilian Fruits and the Antioxidant Potential of Tropical Biomes. **Food and Public Health**, v. 3. n. 1 p.37-51. 2013. DOI: 10.5923/j.fph.20130301.05.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. De; MORAIS, S. M. De; SAMPAIO, C. de G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Comunicado Técnico 127**. p. 1-4. 2007.

SANTOS, A. A. C.; FLORÊNCIO, A. K. G. D.; ROCHA, É. M. de F. F.; COSTA, J. M. C. Avaliação físico-química e comportamento higroscópico de goiaba em pó obtida por spray-dryer. **Revista Ciência Agronômica**. v. 45. n. 3. p. 508-514. 2014.

SILVA, A. C. M. **Base de dados de alimentos funcionais e seus compostos bioativos**. Dissertação – Curso de Nutrição, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. 160f.

SILVA, R. F. da; ASCHERI, J. L. R. Extrusão de quirera de arroz para uso como ingrediente alimentar. **Brazilian Journal Of Food Technology**, v. 12, n. 03, p.190-199, 2009..<http://dx.doi.org/10.4260/bjft2009800900012>.

SILVA, D. S.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; FIGUEIREDO, R. W. de.; COSTA, J. M. C. da.; FONSECA, A. V. V. da. Estabilidade de componentes bioativos do suco tropical de goiaba não adoçado obtido pelos processos de enchimento a quente e asséptico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 30, n. 1, p.237-243, 2010.

SILVA, C. L. da. **Consumo de frutas e hortaliças e conceito de alimentação saudável em adultos de Brasília**. 2011. 77f. Dissertação (Mestrado). Curso em ciências da saúde. Faculdade de ciências da saúde, universidade de Brasília. Brasília, 2011.

SILVA, W.J.M; FERRARI, C.K.B. Mitochondrial Metabolism, Free Radicals and Aging. **Revista Brasileira Geriatria Gerontologia**. v.14. n.3. p.441-451. 2011.

SILVA, T.F.; PENNA, A. L. B. Colágeno: Características químicas e propriedades funcionais. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. v. 71. n. 3. p.530-539. 2012.

SILVA, E. P.; BECKER, F. S.; SILVA, F. A. da.; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; DAMIANI, C. Bebidas mistas de extratos de arroz com maracujá e mamão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo. v.74. n.1. p.49-56. 2015.

SILVA, N. K. V. da.; SABINO, L. B. de S.; de OLIVEIRA, L. S.; TORRES, L. B. DE V.; de SOUSA, P. H. Effect of food additives on the antioxidante properties and microbiological quality of red guava juice. **Revista Ciência Agronômica**. v. 47. n. 1. p.77-85, 2016.

SILVEIRA, E. A. Baixo consumo de frutas, verduras e legumes: fatores associados em idosos em capital no centro-oeste do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**. v.20. n.12. p. 3689-3699. 2015.

SOARES JUNIOR, M.S.;BASSINELLO, P. Z.; CALIARI, M.; VELASCO, P.; dos REIS, R. C.; de CARVALHO, W. T. Flavored drinks obtained from extracts of broken rice and brown rice. **Ciências e Agrotecnologia**. v. 34. n. 2. p.407-413. 2010.

SONG, Y.; HUANG, L.; YU, J. Effects of blueberry anthocyanins on retinal oxidative stress and inflammation in diabetes through Nrf2/HO-1 signaling. **Journal of Neuroimmunology**. v. 301. p.1-6. 2016.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jneuroim.2016.11.001>.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. de. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 14. n. 03. p. 202-210. 2011.
<http://dx.doi.org/10.4260/bjft2011140300024>.

SWAIN, T.;HILLIS, W.E. The phenolic constituents of Prunus domestical. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the science of food and Agriculture**. v.10. n.1. p. 63-68. 1959.

SUN, J. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. **Journal Agriculture Food Chemistry**. v.50. p.7449–7454. 2002.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; STRINGUETA, P. C. Pigmentos naturais bioativos. **Alimentos e Nutrição**. v. 20. n. 1. p. 157-166. 2009.

World Health Organization (WHO).Fruit and vegetable promotion initiative – report of the meeting. Geneva: **WHO**. 2003.

ZIEGLER, F. L. F.; SGARBIERI, V. C. Caracterização químico-nutricional de um isolado proteico de soro de leite, um hidrolisado de colágeno bovino e misturas dos dois produtos. **Revista de Nutrição**. v. 22. n. 1. p. 61-70. 2009.