

CURSO DE FARMÁCIA

Joice Silveira Nunes

**AVALIAÇÃO DO USO DE MÉTODOS CONVENCIONAIS DE DESIDRATAÇÃO
PARA OBTENÇÃO DE CORANTE ALIMENTÍCIO EM PÓ, UTILIZANDO
PITANGA ROXA (*Eugenia uniflora* L.)**

Santa Cruz do Sul
2018

Joice Silveira Nunes

**AVALIAÇÃO DO USO DE MÉTODOS CONVENCIONAIS DE DESIDRATAÇÃO
PARA OBTENÇÃO DE CORANTE ALIMENTÍCIO EM PÓ, UTILIZANDO
PITANGA ROXA (*Eugenia uniflora* L.)**

Trabalho de Curso apresentado ao Curso de Farmácia da Universidade de Santa Cruz do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Farmácia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Ana Lúcia Becker Rohlfs.

Santa Cruz do Sul
2018

AGRADECIMENTOS

São muitas as pessoas que gostaria de agradecer pelo apoio, participação e auxílio na realização deste trabalho, sem as quais não seria possível chegar até aqui.

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pelas oportunidades oferecidas e pela realização de mais esta etapa.

Aos meus pais, Marli e Solismar, meus avós, Ana e Júlio, por todo apoio e auxílio durante a realização do trabalho, incluindo a difícil busca por matéria-prima.

Ao meu irmão, Renato, por toda parceria a ajuda prestada, desde a formação de ideia inicial e busca de matéria-prima, até a correção final.

À minha orientadora, Ana Lúcia, por todos os conhecimentos a mim passados, sempre com muita dedicação e carinho, além de todo auxílio e confiança na realização deste trabalho.

Aos meus amigos, William, Camila, Débora, Flávia, Gerusa, Jéssica, Josélia, Kelly, Maria Eduarda, Maria Leonice, pelo conforto nos momentos de dificuldade e nervosismo, não me deixando desistir, pelas cobranças para não me deixar perder os prazos, pelo auxílio na realização das atividades, enfim, por acreditarem em mim, todos foram essenciais.

Ao meu namorado, Jean, por todo amor, carinho e paciência nos meus momentos de incertezas, pelo apoio, torcida e ajuda em atividades práticas e evolução do trabalho.

A equipe dos laboratórios, bolsistas e coordenação do curso de Química, em especial à Jocelene, que me auxiliou em toda parte experimental, com muita dedicação e carinho, tornando-se também uma grande amiga. Também à professora Nádia, pela participação nos encontros com minha orientadora, sempre nos auxiliando com suas ideias.

A todos que participaram de alguma forma na realização deste trabalho, deixo meu muito obrigada!

RESUMO

Os corantes sintéticos são alvos frequentes de estudos sobre seus efeitos danosos ao organismo e, conseqüentemente, aumenta a busca de fontes naturais para a obtenção de pigmentos como as antocianinas, presentes em altos teores em diversas frutas, incluindo a pitanga roxa (*Eugenia uniflora* L.). Além disso, a pitanga possui propriedades bioativas e funcionais, devido ao seu potencial antioxidante e seu teor de fibras alimentares. O objetivo deste estudo experimental foi avaliar o uso de processos convencionais de desidratação, para a obtenção de corante natural na forma de pó, utilizando pitanga roxa, e analisar o produto obtido quanto a degradação ou incremento de compostos e funcionalidades, no que se refere ao potencial antioxidante, teor de antocianinas e fibras. Para isto, o pó de pitanga foi obtido por desidratação em estufa com circulação de ar forçado, na temperatura de 60°C por 3 horas e 30 minutos. O material obtido foi moído e separado por granulometria. Para a atividade antioxidante, obteve-se os resultados expressos em EC₅₀ (g/g DPPH) de 129.429,64 para fruta *in natura*, 11.147,73 para o pó e 12.442,73 para as sementes. Na quantificação de antocianinas totais, obteve-se o teor de 16.404,2 µg g⁻¹ no pó e 1.137,28 µg g⁻¹ na fruta *in natura* (base úmida). Também foi avaliada a estabilidade do extrato bruto antociânico do pó, o extrato que foi exposto a luminosidade apresentou constante de velocidade (k) 1,00.10⁻³ h⁻¹ e tempo de meia vida (t_{1/2}) de 693,85 h (29 dias), já o extrato que foi mantido protegido da luz, apresentou (k) 4,3.10⁻⁴ h⁻¹ e (t_{1/2}) de 1610,34 h (67 dias). Quanto ao teor de fibras, foram encontrados os valores de 32,3 g 100 g⁻¹ para o pó, 2,26 g 100 g⁻¹ para fruta *in natura* e 7,46 g 100 g⁻¹ para as sementes. Com processos convencionais de secagem, foi possível obter a partir da pitanga roxa, um pó com características satisfatórias de coloração, elevado teor de antocianinas, propriedades bioativas e alto teor de fibras.

Palavras-chave: Antocianinas. Antioxidantes. Corantes. *Eugenia uniflora*. Fibras alimentares.

ABSTRACT

Synthetic dyes are frequent targets of studies on their harmful effects on the organism and, consequently, increasing the search for natural sources to obtain pigments such as anthocyanins, present at high levels in several fruits, including purple cherry (*Eugenia uniflora* L.). In addition, the cherry has bioactive and functional properties, due to its antioxidant potential and its dietary fiber content. The objective of this experimental study was to evaluate the use of conventional dehydration processes for the production of natural food color in the form of powder using purple cherry and if the product obtained degraded or increased its compounds and functionalities, antioxidant, anthocyanin and fiber content. For this, the pitanga powder was obtained by dehydration in an oven with forced air circulation, in the temperature of 60 ° C for 3 hours and 30 minutes. The obtained material was ground and separated by granulometry. For antioxidant activity, the results expressed in EC₅₀ (g/g DPPH) of 129,429.64 for *in natura* fruit, 11,147.73 for the powder and 12,442.73 for the seeds were obtained. In the quantification of total anthocyanins, the content of 16.404.2 µg g⁻¹ in the powder and 1,137.28 µg g⁻¹ in the *in natura* fruit (wet basis) was obtained. The stability of the raw anthocyanin extract of the powder was also evaluated, the extract that was exposed to light showed constants of velocity (k) 1.00.10⁻³ h⁻¹ and half-life (t_{1/2}) of 693.85 h (29 days) , and the extract that was kept protected from light presented (k) 4.3.10⁻⁴ h⁻¹ and (t_{1/2}) of 1610.34 h (67 days). Regarding the fiber content, the values of 32.3 g 100g⁻¹ were found for the powder, 2.26 g 100 g⁻¹ for fresh fruit and 7.46g 100 g⁻¹ for the seeds. With conventional drying processes, it was possible to obtain from purple cherry, a powder with satisfactory coloring characteristics, high anthocyanin content, bioactive properties and high fiber content.

Key words: Anthocyanins. Antioxidants. Dyes. *Eugenia uniflora*. Food fibers.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Pitangas de coloração laranja (A), vermelha (B) e roxa (C), colhidas no interior da cidade de Encruzilhada do Sul – RS.	21
Figura 2 – Teor de fenólicos totais em polpa de frutas congeladas.....	25
Figura 3 – Estrutura química dos flavonoides e suas diferentes classes.	26
Figura 4 – Principais antocianidinas encontradas em hortaliças e frutas.	27
Figura 5 – Disposição das amostras para o teste de estabilidade frente a exposição à luz.....	35
Figura 6 – Aspecto da polpa in natura + água, antes (A) e após (B) a desidratação	38
Figura 7 – Aspecto visual de uma amostra utilizada na produção da curva, antes (A) e depois (B) da desidratação.....	39
Figura 8 – Pó de amostras de pitanga, obtido após a moagem e tamisação.	39
Figura 9 – Valores de atividade antioxidante obtidos em frutas <i>in natura</i> e liofilizadas, respectivamente.....	43
Figura 10 – Extratos antociânicos brutos obtidos a partir da fruta in natura (A), em pó (B) e diluição de 10 vezes (C).	44
Figura 11 – Fibras resultantes do pó (A), sementes (B) e fruta in natura (C).	48
Gráfico 1 – Curva de desidratação.	38
Gráfico 2 – Curva do DPPH.....	40
Gráfico 3 – In natura, 4 pontos.....	41
Gráfico 4 – Pó, 3 pontos.	41
Gráfico 5 – Sementes, 3 pontos.....	41
Quadro 1 – Resultados do primeiro teste de desidratação.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição nutricional da pitanga por 100 gramas de parte comestível.	21
Tabela 2 – Composição mineral, nutricional e de carotenoides de amostras de pitangas do estado do Paraná.....	22
Tabela 3 – Preparo das soluções para curva do DPPH.....	32
Tabela 4 – Valores obtidos na construção da curva de desidratação.	38
Tabela 5 – Valores de absorvâncias obtidos nas amostras, em 4 diluições diferentes e na solução controle.	40
Tabela 6 – Perda de absorvância do extrato antociânico bruto exposto a luz e protegido da luz.	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	JUSTIFICATIVA	12
3	OBJETIVOS	14
3.1	Objetivo geral	14
3.2	Objetivos específicos	14
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
4.1	Padrão alimentar	15
4.2	Corantes alimentícios	17
4.3	Pitanga (<i>Eugenia uniflora</i> L.)	20
5.3.1	Propriedades	23
5.4	Radicais livres e atividade antioxidante	24
5.5	Compostos fenólicos	25
5.5.1	Flavonoides	26
5.5.2	Antocianinas	27
5.6	Fibras	28
5	MATERIAIS E MÉTODOS	30
5.1	Local de pesquisa	30
5.2	Instrumentação	30
5.3	Pitanga – seleção e preparo	30
5.4	Desidratação e obtenção do pó	30
5.5	Atividade antioxidante	31
5.5.1	Soluções	31
5.5.2	Curva do DPPH	31
5.5.3	Obtenção dos extratos da fruta	32
5.5.4	Determinação da Atividade Antioxidante Total (AAT)	32
5.6	Teor de antocianinas totais	34
5.7	Estabilidade frente a exposição à luz	34
5.8	Teor de Fibras	36
5.9	Análise de dados	36
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
6.1	Desidratação	37
6.2	Atividade Antioxidante Total (AAT)	40

6.3	Teor de antocianinas totais.....	44
6.4	Estabilidade frente a exposição à luz.....	45
6.5	Teor de fibras totais	47
7	CONCLUSÃO	49
8	OBJETIVOS FUTUROS.....	51
9	REFERÊNCIAS	52

INTRODUÇÃO

O padrão alimentar da sociedade sofreu várias alterações ao longo dos anos, ocasionando a redução do consumo de frutas e hortaliças e o aumento da referência por lanches, produtos processados e alimentos com altos teores de sódio, gordura e açúcares. Esse tipo de alimentação, com baixo valor nutritivo, é um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento de diabetes, câncer, doenças cardíacas e circulatórias, estando estas patologias entre as principais causas atuais de morte no Brasil (IHME, 2016; GBD PROFILE: BRAZIL, 2010; SOUZA et al., 2010; SANTOS et al., 2005).

Em relação aos alimentos processados, um fator que induz a redução do seu consumo são os aditivos, entre eles, os corantes sintéticos, adicionados para alterar as características do produto, sem agregação de valor nutricional (MARAN et al., 2014; PRADO e GODOY, 2003).

Existem muitas controvérsias sobre os malefícios dos corantes sintéticos, porém, alguns autores verificaram em seus estudos, efeitos citotóxicos (GOMES et al., 2013), genotóxicos, capacidade de ligação e degradação do DNA, em exposições prolongadas (MPOUNTOUKAS et al., 2010), indução da liberação de histaminas (MATSUO et al., 2013), efeitos tóxicos sobre a função renal e hepática, perda de peso corporal e alteração nos biomarcadores de estresse oxidativo nos tecidos, causados por estes aditivos (EL-WAHAB e MORAM, 2013; AMIN et al., 2010).

Frente a isso, as antocianinas surgem como uma opção de corante natural para proporcionar a coloração vermelha aos alimentos, a partir de fontes naturais. São considerados aditivos seguros e eficazes pela indústria de alimentos, mas seu uso é limitado, devido à instabilidade a diversos fatores como o pH e a luz, dificuldade de ser purificada ou sintetizada, além de possíveis reações com o dióxido de carbono, conservante de uso comum em alimentos (SOUTO, 2017; MARAN et al., 2014; HAMERSKI, REZENDE e SILVA, 2013; ZUANAZZI, 2002).

Frutas roxas são fontes de antocianinas, como no caso da pitanga roxa (*Eugenia uniflora* L.). É uma fruta originária do Brasil, possui sabor doce, levemente ácido e refrescante, aroma característico e a coloração da fruta madura varia entre o branco, laranja, vermelho, vermelho rubro, até o roxo, quase preto (SOUTO, 2017; GOMES, 2007; SILVA et al., 2005; BACKES et al., 2004).

As características e o valor nutricional da pitanga variam de acordo com a região de cultivo, variedade, entre outros, em média, possui 77% de polpa e 23% de semente, sendo rica em vitaminas A, C, complexo B e fibra alimentar, possui também cálcio, fósforo, ferro, potássio, magnésio, além de substâncias biologicamente ativas, principalmente compostos

fenólicos e carotenoides, tornando-a, uma fonte de compostos antioxidantes (BORGES, 2015; EMBRAPA FLORESTAS, 2015).

Quando madura, essa fruta se torna altamente perecível após ser colhida, o que dificulta a comercialização e o transporte *in natura*, desta forma, uma alternativa é utilização da polpa congelada, ou ainda, a polpa desidratada, na forma de pó, a qual possui a vantagem de ser facilmente armazenada e transportada (BORGES, 2015; LOPES, MATTIETTO e MENEZES, 2005).

O presente trabalho teve como objetivo, realizar um estudo experimental para avaliar a utilização de processos convencionais de desidratação, para produção de corante alimentício em pó, utilizando a pitanga roxa, além de avaliar seu potencial antioxidante, teor de fibras e de antocianinas.

2 JUSTIFICATIVA

O consumo de alimentos nutritivos, como as frutas, é indispensável para uma vida saudável, uma vez que sua falta e/ou substituição por produtos com baixo valor nutritivo, altos teores de gorduras, açúcares e sódio podem causar danos ao organismo, sendo este tipo de alimentação um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardíacas e circulatórias, diabetes e câncer, que estão entre as principais causas de morte no Brasil atualmente (IHME, 2016; GBD PROFILE: BRAZIL, 2010; SOUZA et al., 2010; SANTOS et al., 2005).

A pitanga é uma fruta originária do Brasil, apreciada por seu sabor doce, levemente ácido e refrescante, aroma característico e coloração que varia entre o branco, laranja, vermelho, vermelho-rubro, até o roxo, quase preto. É consumida ao natural ou em doces, geleias, licores, sorvetes, polpa congelada e refrescos (SOUTO, 2017; GOMES, 2007; SILVA et al., 2005; BACKES et al., 2004).

Suas características e valor nutricional variam de acordo com a região de cultivo, variedades, entre outros. Composta, em média, por 77% de polpa e 23% de semente, é rica em vitaminas A, C e do complexo B, possui também cálcio, fósforo, magnésio e ferro, além de fibras e substâncias biologicamente ativas, principalmente compostos fenólicos e carotenoides, tornando esta, uma fonte de compostos antioxidantes (TBCA, 2017; BORGES, 2015).

A comercialização e seu armazenamento *in natura*, no entanto, possuem uma grande dificuldade, a pitanga madura torna-se altamente perecível após sua colheita. Como alternativa, utiliza-se a polpa congelada ou ainda a desidratada (em pó), que possui a vantagem de ser facilmente armazenada e transportada (BORGES, 2015; EMBRAPA FLORESTAS, 2015; LOPES, MATTIETTO e MENEZES, 2005).

Na variedade roxa, a coloração se deve principalmente ao teor de antocianinas, pigmentos presentes em muitas espécies vegetais e que conferem colorações que vão do vermelho ao azul. Na indústria de alimentos, estes são considerados aditivos seguros e eficazes, porém, utilizados em pequena escala, uma vez que são instáveis à diversos fatores como luz e pH, difíceis de serem purificados e sintetizados, além de possíveis reações com o dióxido de carbono, um conservante de alimentos comumente utilizado (SOUTO, 2017; HAMERSKI, REZENDE e SILVA, 2013; ZUANAZZI, 2002).

Esses pigmentos têm se mostrado uma opção viável para proporcionar a coloração vermelha aos alimentos, a partir de fontes naturais, substituindo os corantes artificiais, sobre os quais ainda existem muitas controvérsias sobre seus efeitos danosos ao organismo (MARAN et al., 2014; HAMERSKI, REZENDE e SILVA, 2013).

Em estudos, alguns corantes sintéticos apresentaram efeitos citotóxicos (GOMES et al., 2013), genotóxicos, capacidade de ligação e degradação do DNA, em exposições prolongadas (MPOUNTOUKAS et al., 2010), indução da liberação de histaminas (MATSUO et al., 2013), efeitos tóxicos sobre a função renal e hepática, perda de peso corporal e alteração nos biomarcadores de estresse oxidativo nos tecidos (EL-WAHAB e MORAM, 2013; AMIN et al., 2010).

Uma das vantagens das antocianinas, é sua solubilidade em água, possibilitando uma incorporação mais fácil em sistemas aquosos. Não há limite máximo para sua adição em alimentos, podendo assim, substituir os corantes artificiais vermelho 40, ponceau 4R, bordeaux S e eritrosina. Devido à instabilidade, sua aplicação é indicada para aqueles alimentos que não serão submetidos a temperaturas elevadas durante os processos de produção, terão um curto tempo de armazenamento e serão embalados de forma a evitar ao máximo a exposição à luz, oxigênio e umidade (SILVA et al., 2010a).

Devido as características corantes e nutricionais da pitanga, somadas à crescente busca por alimentos naturais e mais nutritivos, faz-se importante a investigação sobre a possível produção de um corante natural, a partir de uma fruta nativa, com processos simples de secagem como a desidratação, possibilitando a preservação e/ou aumento de seu potencial bioativo e funcional.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a utilização de processos convencionais de desidratação para produção de corante alimentício natural na forma de pó, utilizando pitanga roxa (*Eugenia uniflora* L.).

3.2 Objetivos específicos

- Avaliar as condições ideais de secagem para obtenção da pitanga na forma de pó, utilizando a técnica de desidratação;
- Analisar o potencial bioativo do pó de pitanga a partir da determinação de antocianinas e atividade antioxidante;
- Avaliar o potencial funcional do pó de pitanga através da determinação do teor de fibras;
- Verificar a estabilidade do extrato antociânico do pó de pitanga frente à exposição à luz.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Padrão alimentar

O padrão alimentar da sociedade vem sofrendo diversas alterações ao longo do tempo, sendo essas decorrentes das diversas modificações sociais, econômicas e na estrutura familiar. Estas mudanças têm tornado cada vez mais incomum a realização das refeições em casa, com horários definidos e cardápios elaborados. Conseqüentemente, ocorreu um aumento na realização das refeições fora de casa, assim como o consumo de lanches e produtos processados, alimentos com alto teor de energia, açúcar, gordura e sódio. Esse tipo de alimentação causa danos ao organismo ao prejudicar seu metabolismo e sua nutrição, tornando-se um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento de diversas patologias, principalmente as doenças cardíacas e circulatórias, além de câncer e diabetes, estando estas entre as principais causas atuais de óbitos no Brasil (IHME, 2016; GBD PROFILE: BRAZIL, 2010; SOUZA et al., 2013; SANTOS et al., 2005).

Em um estudo realizado por SOUZA et al (2013), os alimentos que as pessoas entrevistadas mais relataram consumir foram: arroz (84,0%), café (79,0%), feijão (72,8%), pão de sal (63,0%) e carne bovina (48,7%), evidenciando-se também o elevado consumo de sucos e refrescos (39,8%) e refrigerantes (23,0%), ao contrário do que ocorre com as frutas (16,0%) e hortaliças (16,0%). Dentre as faixas etárias estudadas, o grupo dos adolescentes foi o único que não citou o consumo de hortaliças e incluiu entre os itens mais consumidos os doces, biscoitos doces e bebidas lácteas. Esse padrão alimentar não teve grandes diferenças do que foi verificado por SANTOS et al (2005), que avaliaram o perfil antropométrico e consumo alimentar de adolescentes da cidade Teixeira de Freitas – Bahia, evidenciando também uma maior prevalência de sobrepeso e obesidade (5,1%) no sexo feminino e de magreza no masculino (6,4%), já o déficit de crescimento foi observado em 25,0% dos adolescentes, sendo 15,0% de leve a moderado e 10,0% grave.

Na Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), realizada em 2013 pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), foram investigados os hábitos alimentares de 60.202 indivíduos, avaliando a frequência do consumo de feijão, frutas e hortaliças (salada de verdura ou legume cru, de verdura ou legume cozido, de frutas e de suco de frutas natural) e peixes. Os dados secundários da pesquisa foram analisados por JAIME e colaboradores (2015), os quais verificaram que 71,9% dos indivíduos relataram o consumo regular de feijão, 37,3% de frutas e hortaliças (cinco ou mais vezes ao dia) e 54,6% de peixe (ao menos uma vez por semana), ocorrendo variações de acordo com a idade, sexo, raça/cor da pele, nível de instrução e local de moradia. Resultados que, na população estudada, indicam a alta prevalência do consumo de

alimentos *in natura* e minimamente processados como base da alimentação, assim como indicado no novo Guia Alimentar para a População Brasileira (BRASIL, 2014).

Mesmo com uma dieta baseada em alimentos *in natura* ou minimamente processados, uma pesquisa realizada pelo instituto Datafolha, divulgada em outubro de 2017 na Folha de São Paulo, mostra que 60% da população brasileira não consome a quantidade diária de frutas e verduras recomendadas pela OMS, que é de 400 g de frutas e hortaliças, o que equivale a 5 porções. O consumo regular pode reduzir o risco de desenvolver doenças e são alimentos importantes em uma alimentação saudável, pois são fontes de micronutrientes, fibras, além de outros constituintes também com propriedades funcionais e auxiliam na regulação do peso corporal, já que se tratam de alimentos com poucas calorias em relação ao volume de alimento consumido. Segundo estimativas da Organização Mundial da Saúde (OMS), o consumo irregular destes alimentos está entre os dez principais fatores de risco para a carga total de doença em todo o mundo (GBD COMPARE, 2016; JAIME et al., 2009).

A correlação entre o consumo de frutas e a redução no risco de doenças crônicas tem sido evidenciado em diversos estudos, sendo apontada a combinação de vitaminas, minerais, fibras e compostos fenólicos antioxidantes como principal responsável por esse efeito. Juntamente com esse conhecimento, o consumo de frutas tropicais, consideradas exóticas tem crescido em todo o mundo (SILVA et al., 2010b). Estas possuem um potencial muito interessante para a indústria alimentícia devido ao seu valor nutricional e presença de compostos bioativos, especialmente os compostos polifenóis (COSTA et al., 2013).

A pitanga é um exemplo, ela detém um grande apelo sensorial e um excelente potencial vitamínico devido ao seu elevado teor de carotenoides, no entanto, apresenta algumas características que dificultam o seu transporte e comercialização a grandes distâncias. Nesse sentido, a polpa congelada torna-se uma alternativa para sua comercialização em mercados nacionais e internacionais, mesmo fora do seu período de safra. LOPES, MATTIETTO e MENEZES (2005) avaliaram a estabilidade da polpa congelada, produzida pelos próprios autores, ao serem estocadas a -18°C durante 90 dias e verificaram que, após esse período, os padrões de identidade e qualidade exigidos pela legislação foram mantidos, porém, houve redução de 13,76% do teor de carotenoides nos primeiros 30 dias, a aceitação também foi reduzida devido a separação parcial das fases que causou alterações na aparência e coloração.

Um dos compostos presentes em grande quantidade em pitangas de coloração roxa maduras são as antocianinas, compostos fenólicos derivados do cátion *flavilium* e que pertencem ao grupo dos flavonoides, responsáveis por conferir as tonalidades de laranja, vermelho e azul a muitos vegetais e frutas, além de atividade antioxidante. Estes pigmentos

destacam-se na tendência mundial de busca por corantes alimentícios naturais a partir de fontes economicamente viáveis, porém, o uso ainda é limitado devido à grande instabilidade desses compostos frente a determinados fatores como exposição à luz, temperatura e pH (HAMERSKI, REZENDE e SILVA, 2013; LIMA, MÉLO e LIMA, 2005).

4.2 Corantes alimentícios

Os aditivos são substâncias complementares, agregadas ou não de valor nutritivo, adicionadas aos alimentos em pequenas quantidades, para produzir ou preservar determinadas características como por exemplo, manter, conferir ou intensificar seu aroma e/ou cor. Vários tipos de corantes são empregados como aditivos nas indústrias de alimentos, produtos farmacêuticos, cosméticos, nutrição animal, entre outros. Nos alimentos, a cor é um atributo muito importante no momento da escolha, atuando como um critério de identificação, indicador de qualidade e frescor, características determinantes para a aceitabilidade do consumidor (MARAN et al., 2014; PRADO e GODOY, 2003).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), é a responsável por controlar a utilização de corantes em alimentos no Brasil, baseando-se em estudos internacionais para liberação do uso. Suas referências são as normas estabelecidas pelo *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA), pelo *Codex Alimentarius*, pela União Europeia (UE) e pela Lista Geral Harmonizada de Aditivos do MERCOSUL (HAMERSKI, REZENDE e SILVA, 2013).

Segundo a Resolução nº 44, de 1977, “considera-se corante a substância ou a mistura de substâncias que possuem a propriedade de conferir ou intensificar a coloração de alimento (e bebida)”. O corante classificado como “corante orgânico natural” é aquele obtido a partir de vegetal, ou eventualmente, de animal, cujo princípio corante tenha sido isolado com o emprego de processo tecnológico adequado, sendo estes os corantes de uso tolerado em alimentos (e bebidas): curcumina, riboflavina, cochonilha (ácido carmínico), urzela (orceína, oreína sulfonada), clorofila, caramelo, carvão medicinal, carotenoides (alfa, beta, e gama-caroteno; bixina, norbixina; capsantina, capsorubina; licopeno), xantofilas (flavoxantina, luteína; criptoxantina; rubixantina; violaxantina, rodoxantina, cantaxantina), vermelho de beterraba (betanina) e antocianinas (pelargonidina, cianidina; peonidina, delfinidina; petunidina, malvidina).

O corante classificado como “corante orgânico sintético”, é aquele obtido por síntese orgânica mediante o emprego de processo tecnológico adequado, os componentes deste grupo são: Amarelo crepúsculo, Tartrazina, Azul brilhante FCF, Indigotina, Bodeaux S ou amaranto,

Eritrosina, Ponceau 4 R e Vermelho 40. Esta classificação se divide ainda em “corante artificial”, o corante orgânico sintético não encontrado em produtos naturais, e “corante orgânico sintético idêntico ao natural”, o corante orgânico sintético cuja estrutura química é semelhante à do princípio ativo isolado de corante orgânico natural (BRASIL, 1977). Os corantes Amarelo Ácido ou Amarelo Sólido (13015), Azul de Indantreno ou Azul de Alizarina (69800), Laranja GGN (15980), Vermelho Sólido E (16045) e Escarlata GN (14815) foram excluídos da tabela para uso em alimentos pela Portaria no 02 DINAL/MS, de 28 de janeiro de 1987 (PRADO e GODOY, 2003).

Os corantes artificiais são uma classe de aditivos sem valor nutritivo, sendo seu uso desnecessário do ponto de vista nutricional, uma vez que são adicionados aos alimentos e bebidas com o único objetivo de conferir cor, deixando-os mais atrativos e aumentando sua aceitabilidade (HAMERSKI, REZENDE e SILVA, 2013; PRADO e GODOY, 2003). Estudos toxicológicos mostram que os corantes artificiais não causam danos à saúde, desde que utilizados dentro dos limites definidos pela legislação, mas existem divergências, pois outros mostram que esse tipo de corante é cancerígeno, pode causar dermatite alérgica e irritação na pele. Em animais, foi possível observar a presença de efeitos ecotoxicológicos negativos e bioacumulação. Nos Estados Unidos, o corante amaranço é proibido por motivos de segurança, pois apresentou poder cancerígeno, no entanto, estudos realizados no Canadá não apresentaram o mesmo resultado, sendo autorizada a sua utilização (MARAN et al., 2014; HAMERSKI, REZENDE e SILVA, 2013).

Os corantes alimentícios vermelho bordeaux, amarelo crepúsculo e amarelo tartrazina causam controvérsias quanto aos seus efeitos tóxicos, no estudo realizado por GOMES et al (2013), os três apresentaram efeito citotóxico sobre células de cebola (*Allium cepa* L). No estudo realizado por MPOUNTOUKAS et al (2010), os corantes alimentares amaranço, eritrosina e tartrazina apresentaram potencial genotóxico para células de mamíferos e a capacidade de se ligarem ao DNA, bem como causar sua degradação em exposições prolongadas. Ainda sobre a tartrazina, MATSUO et al (2013) confirmaram sua ação indutora na liberação de histaminas, e excluíram a possibilidade deste ser um indutor de COX-1 e COX-2 (Ciclo-oxigenase-1 e Ciclo-oxigenase-2).

AMIN et al (2010) utilizaram ratos para avaliar os efeitos tóxicos dos corantes tartazina e carmozina sobre a função renal, hepática, perfil lipídico, ganho de peso corporal, glicemia e biomarcadores de estresse oxidativo nos tecidos. Foi observada a ocorrência do aumento na concentração total de proteínas plasmáticas, nos níveis séricos de creatinina, albumina, ureia e globulina, redução dos níveis totais de colesterol sanguíneo, perda de peso expressiva, além de

aumento nas atividades enzimáticas ALT (alanina aminotransferase), AST (transaminase glutâmico-oxalacética ou TGO) e ALP (fosfatase alcalina), e diminuição na catalase e SOD (superóxido dismutase). Os antioxidantes hepáticos DIM (diindolilmetano) e GSH (glutathiona) também foram reduzidos, enquanto o marcador de estresse oxidativo MDA (malondialdeído) foi aumentado.

Resultados semelhantes foram encontrados por EL-WAHAB e MORAM (2013), que adicionaram os corantes azul brilhante, carmoisina e tartrazina, separadamente, à dieta basal de ratos por 42 dias, ao final, os três corantes induziram a diminuição significativa do peso corporal, concentração de hemoglobina e contagem de glóbulos vermelhos, assim como na concentração de GSH, GST (glutathiona- S-transferase) e SOD no sangue e no fígado. Ocorreu aumento na atividade das enzimas ALT, AST e ALP, bilirrubina total, creatinina, ureia, proteínas plasmáticas totais e albumina.

Esses estudos estão levando ao aumento gradativo da busca por corantes de origem natural, desprovidos de toxicidade. Os corantes obtidos de fontes naturais, juntamente com sua atividade antioxidante em alimentos, são de grande interesse da indústria alimentícia e podem ser obtidos de plantas, frutas, animais e insetos. Sua classificação se dá em três grupos principais: a) heterociclos com estrutura tetrapirrólica, (clorofilas nos vegetais, heme e bilinas nos animais); b) substâncias de estrutura isoprenoide (carotenoides presentes em vegetais e animais); c) heterociclos contendo oxigênio (flavonoides, presentes somente nos vegetais). Outros dois grupos existentes são as betalaínas (compostos nitrogenados) e os taninos (polifenóis). Os mais utilizados pela indústria de alimentos são os extratos de urucum, carmim, cochonilha, curcumina, antocianinas e betalaínas (HAMERSKI, REZENDE e SILVA, 2013; SILVA et al., 2010a).

Ainda são necessários diversos estudos de viabilidade técnica para produção de corantes naturais, como a avaliação de suas fontes, métodos de extração e estabilidade dos pigmentos. As antocianinas têm se mostrado uma opção viável para proporcionar a coloração vermelha aos alimentos, a partir de fontes naturais. Uma das vantagens desses compostos, é a solubilidade em água, possibilitando uma incorporação mais fácil em sistemas aquosos. Não há limites máximos para sua adição em alimentos, podendo assim, substituir os corantes artificiais vermelho 40, ponceau 4R, bordeaux S e eritrosina. Contudo, devido à instabilidade, a aplicação em alimentos é indicada para aqueles que não serão submetidos a temperaturas elevadas durante os processos de produção, que terão um curto tempo de armazenamento e que serão embalados de forma a evitar ao máximo a exposição à luz, ao oxigênio e à umidade (SILVA et al., 2010a).

4.3 Pitanga (*Eugenia uniflora* L.)

A palavra pitanga tem origem Tupi e quer dizer vermelho-rubro, no entanto, sua coloração varia entre branca, laranja, vermelho, vermelho-rubro, até o roxo, quase preto. É uma fruta apreciada devido ao seu sabor adocicado, levemente ácido, refrescante e seu aroma característico, podendo ser consumida ao natural ou em doces, geleias, licores, sorvetes, polpa congelada e refrescos (SOUTO, 2017; GOMES, 2007; SILVA et al., 2005; BACKES et al., 2004). A pitanga pertence à Ordem Myrtales, família Myrtaceae e à espécie *Eugenia uniflora* L. É conhecida popularmente por diversos nomes como pitangueira, pitanga-roxa, pitanga do mato, “yba-pitanga”, entre outros. Originária do Brasil, é uma das árvores frutíferas mais conhecidas e difundidas pelo mundo, onde pode receber os nomes de Florida-cherry, Suriam-cherry, cayenne-cherry, cerise de Cayenne, cerise carrée, Cerezo de Cayenne e Brazilian cherry (GOMES, 2007; BACKES et al., 2004).

Pode ser encontrada em quase todo território brasileiro, desde o Nordeste, até o Rio Grande do Sul, exceto em regiões semi-úmidas, subúmidas e semi-áridas do Nordeste. Devido a sua grande capacidade de adaptação, podem ser encontradas plantações no Sul dos Estados Unidos, nas ilhas do Caribe, Índia e China (GOMES, 2007; SILVA et al., 2005). A pitangueira é comumente encontrada em quintais sendo propagada, muitas vezes, por meio de sementes, fato que aumenta sua variedade e dificulta sua classificação (SOUTO, 2017).

O período de safra varia muito de acordo com cada região, sendo comum a ocorrência de duas safras, a primeira nos meses de março/maio e a segunda nos meses outubro/novembro em determinados locais (SILVA et al., 2005). No estado do Paraná, a EMBRAPA FLORESTAS realiza desde 2006, o monitoramento da fenologia vegetativa e reprodutiva de 20 pitangueiras adultas, nestes exemplares, a floração ocorre de agosto a outubro (inverno e primavera) e a frutificação de novembro a janeiro (primavera e verão), período de maiores temperaturas e precipitações (EMBRAPA FLORESTAS, 2010).

O fruto da pitanga é uma baga globosa que contém de sete a dez sulcos longitudinais e 1,5 a 5,0 cm de diâmetro. É coroada com sépalas persistentes. Durante a maturação, seu epicarpo sofre mudanças na coloração, passando do verde para amarelo, alaranjado, vermelho, vermelho-rubro, chegando ao roxo quase preto em algumas variedades (Figura 1). Geralmente apresenta apenas um caroço grande, eventualmente, dois ou três caroços pequenos (SILVA, 2006; LIMA, MÉLO e LIMA, 2002). Possui em média 77% de polpa e 23% de semente, é rica em vitaminas A, C e do complexo B, possui também cálcio, fósforo e ferro, além de substâncias biologicamente ativas, principalmente compostos fenólicos e carotenoides, tornando-a uma fonte de compostos antioxidantes (BORGES, 2015).

Figura 1 – Pitangas de coloração laranja (A), vermelha (B) e roxa (C), colhidas no interior da cidade de Encruzilhada do Sul – RS.



Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

A composição nutricional da pitanga na sua apresentação *in natura* e congelada, informada na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA, 2017), está descrita na tabela 1:

Tabela 1 – Composição nutricional da pitanga por 100 gramas de parte comestível.

Nutriente	<i>In natura</i>	Congelada
Umidade (%)	89,4	94,6
Energia (kcal)	37	20
(kJ)	156	84
Proteína (g)	0,85	0,29
Lipídeos (g)	0,2	0,13
Carboidrato total (g)	9,26	4,8
Carboidrato disponível (g)	6,59	4,03
Fibra alimentar (g)	2,67	0,74
Cinzas (g)	0,33	0,27
Cálcio (mg)	15,9	7,8
Magnésio (mg)	11,2	6,21
Ferro (mg)	0,35	0,38
Sódio (mg)	1,43	5,03
Fósforo (mg)	16	12,3
Potássio (mg)	202	87,4
Manganês (mcg)	0,26	0,06
Zinco (mg)	0,2	0,09
Cobre (mg)	0,08	0,06
Vitamina A (RE) (mcg)	137	146
Vitamina A (REA) (mcg)	68,5	72,8

Fonte: Adaptada de TBCA, 2017.

A composição nutricional da pitanga sofre alterações de acordo com a região, características de cultivo, variedade do fruto, entre outros, a EMBRAPA FLORESTAS, por meio dos projetos Rede CONSERVABIO e CONSERVABIO II, vem realizando pesquisas com pitangas de florestas do estado do Paraná. As análises caracterizaram as frutas como de baixo teor energético e ricas em cobre, potássio, magnésio, manganês, zinco, cálcio e fibras alimentares, sendo alguns valores superiores aos apresentados nas TBCA (2017), como mostrado na tabela 2. Também foram encontrados altos teores de β -caroteno, α -caroteno, β -criptoxantina e λ -caroteno em frutas maduras (EMBRAPA FLORESTAS, 2015).

Tabela 2 – Composição mineral, nutricional e de carotenoides de amostras de pitangas do estado do Paraná.

Nutriente	Teor
Cobre (mg 100 g⁻¹)	1,05
Potássio (mg 100 g⁻¹)	130,13
Magnésio (mg 100 g⁻¹)	70,44
Manganês (mg 100 g⁻¹)	4,47
Zinco (mg 100 g⁻¹)	1,08
Cálcio (mg 100 g⁻¹)	170,41
Valor energético (Kcal 100 g⁻¹)	42,16
Fibras alimentares (g 100 g⁻¹)	3,50
β-caroteno (μg g⁻¹)	18,7
α-caroteno (μg g⁻¹)	16,3
β-criptoxantina (μg g⁻¹)	19,0
λ-caroteno (μg g⁻¹)	17,7

Fonte: Adaptada de EMBRAPA FLORESTA, 2015.

A conservação e armazenamento da fruta *in natura* apresenta alguns empecilhos, como sua vulnerabilidade à depreciação e a curta vida-útil após a colheita da fruta madura, ficando esta, em cerca de dois dias em temperatura ambiente. Estas características dificultam seu transporte e comercialização para regiões mais distantes. Frente a isto, surgem algumas alternativas como a polpa congelada, que possibilita a sua comercialização em mercados nacionais e internacionais, mesmo fora do período de safra. Outra opção vantajosa é a desidratação, com a qual pode-se manter a polpa em temperatura ambiente, reduzindo assim os gastos com refrigeração. A polpa desidratada, na forma de pó, também é facilmente solúvel em água, possibilitando sua adição no preparo de diversos produtos, além de gerar economia no

uso de embalagens, espaço de armazenamento e transporte (BORGES, 2015; LOPES, MATTIETTO e MENEZES, 2005).

5.3.1 Propriedades

Existem muitos estudos sobre as propriedades das folhas da pitanga, quando comparado aos os estudos sobre a polpa. No estudo realizado por VINHOLES e VIZZOTTO (2017), no qual avaliou-se o sinergismo na inibição da Alfa-Glucosidase e atividade antioxidante dos extratos etanólicos de *Camellia sinensis* L. Kuntze e *Eugenia uniflora* L., as autoras chegaram a seguinte conclusão:

Os extratos etanólicos de *E. uniflora* e *C. sinensis* e sua combinação mostraram atividade inibitória notável sobre a alfa-glucosidase, sendo 40-1500 vezes mais eficaz do que a acarbose. Um efeito sinérgico foi encontrado na interação de *E. uniflora* e *C. sinensis* sobre alfa-glucosidase e LOO'. Estes resultados podem ser parcialmente explicados pela presença e combinação de compostos fenólicos, clorofilas A e B e carotenoides. Este estudo indica que extratos individuais e combinados podem ser utilizados para o tratamento de diabetes mellitus, inibindo a enzima e também protegendo os pacientes com DM2, melhorando seu estado antioxidante (VINHOLES e VIZZOTTO, 2017).

Nos óleos essenciais produzidos a partir das frutas e folhas da pitanga, foi observada forte ação antibacteriana, no óleo das frutas frente a *Staphylococcus aureus*, e nos óleos das folhas frente a *Bacillus cereus*. No mesmo estudo, ambos os óleos apresentaram uma excelente ação citotóxica contra as linhagens de células humanas de carcinoma prostático PC-3 e células humanas de carcinoma hepatocelular Hep G2, já as células de carcinoma ductal de mama Hs 578T humanas tiveram seu crescimento completamente inibido, resultados promissores para futuras pesquisas com relação a uma possível utilização destes compostos em quimioterapia antineoplásica (OGUNWANDE et al., 2005).

No estudo de OLIVEIRA et al (2008), avaliou-se a atividade antimicrobiana *in vitro* da pitanga sobre bactérias cariogênicas (*Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus mitis*, *Streptococcus oralis*), microrganismos envolvidos no processo de formação do biofilme dental, utilizando extrato hidro alcoólico do fruto maduro e do fruto verde, infuso da folha fresca, óleo essencial da folha fresca e solução de clorexidina a 0,2% (controle positivo), dentre estes, verificou-se que o extrato hidro alcoólico do fruto maduro apresentou ação antibacteriana frente a todas as bactérias testadas, com o melhor resultado para *Streptococcus oralis*. JOVITO et al (2016), avaliaram a utilização de um creme dental contendo extrato de *Eugenia uniflora* para o tratamento de gengivite em crianças de 10 a 12, como sendo um produto com propriedades antigengivite e potencialmente eficiente e seguro para ser usado na prática preventiva odontológica.

5.4 Radicais livres e atividade antioxidante

A formação de radicais livres é uma consequência da vida aeróbica, ocorrendo nos processos de respiração e reações oxidativas. Por serem moléculas muito instáveis e altamente reativas, tem a capacidade de se combinar com moléculas que integram a estrutura celular, causando danos ao organismo e contribuindo para o surgimento de muitas doenças, entre elas: inflamações, mal de Alzheimer, tumores malignos e doenças cardiovasculares, além de acelerarem o processo de envelhecimento (SILVA et al., 2010b). Os danos ocorrem quando os níveis de radicais livres superam as defesas do corpo, realizadas por meio de compostos antioxidantes próprios e pela ação de enzimas, resultando no chamado estresse oxidativo. Frequentemente levam ao rompimento de ácidos graxos insaturados, comprometendo o transporte de substâncias através das membranas celulares, também danificam proteínas e suas funções e o DNA, prejudicando as células seguintes que o herdarem (SIZER e WHITNEY, 2003).

Define-se como antioxidante qualquer substância capaz de retardar ou impedir os danos causados pelo estresse oxidativo. Estas apresentam diferentes propriedades de proteção e agem em variadas etapas deste processo por diferentes mecanismos, classificando-se em antioxidantes primários e secundários. Os primários têm a capacidade de doar elétrons ou átomos de hidrogênio, inativando os radicais livres ao torná-los estáveis, já os secundários possuem muitas formas de ação, como ligações de íons metálicos (alteração da valência), conversão de hidroperóxidos e espécies não-radicalares, inativação de espécies reativas de oxigênio ou absorção de radiação UV (SILVA et al., 2010b).

Inúmeros vegetais, entre eles frutos, folhas, sementes e plantas medicinais, apresentam atividade antioxidante devido ao seu teor de compostos fenólicos totais, responsáveis por esta ação (LIMA, MÉLO e LIMA, 2002). Em estudo realizado por CELLI, PEREIRA-NETO e BETA (2011), foram comparados o conteúdo fenólico total, a atividade antioxidante e o perfil de flavonoides entre a pitanga vermelha e a roxa. Para tanto, identificou-se a atividade antioxidante nas duas variedades e, segundo a análise dos resultados, a atividade antioxidante pode ser parcialmente atribuída ao conteúdo de compostos fenólicos. Estudo semelhante foi realizado por BAGETTI (2011), obtendo um maior teor de compostos fenólicos e antocianinas na pitanga roxa, assim como uma maior atividade antioxidante, que foi de 2,6 a 29 vezes maior no extrato de antocianinas, do que no extrato fenólico.

A atividade antioxidante de um alimento pode ser medida utilizando-se de diversas técnicas, uma delas é por meio da capacidade de sequestro do radical 2,2-difenil-1-picrilhidazida (DPPH). O método se baseia na captura do radical livre DPPH que possui

coloração roxa, mas ao ser capturado por um agente antioxidante ou uma espécie radicalar, é reduzido formando difenil-picril-hidrazina, que possui coloração amarela. A reação pode ser monitorada através da diminuição da absorvância a 515 nm, causada pela reação (NASCIMENTO, et al., 2011; RUFINO et al., 2007).

MELO et al (2008) verificaram a relação entre a capacidade antioxidante e o teor de fenólicos totais de polpas congeladas. Todas apresentaram valores significativos de polifenóis (Figura 2), sendo os maiores verificados na polpa de acerola, caju, ciriguela e pitanga, respectivamente. Quanto à capacidade antioxidante, as polpas foram classificadas de acordo com a capacidade de sequestro do radical DPPH: >70%, 50 a 70% e <50%, sendo sua capacidade considerada forte, moderada e fraca, respectivamente. As mesmas polpas também apresentaram os maiores percentuais de sequestro, sendo estas de caju, goiaba e acerola (>90%), seguido pelas polpas de pitanga, uva, ciriguela e manga (71 a 82% nos primeiros 15 minutos e próximos a 90% após os 45 minutos).

Figura 2 – Teor de fenólicos totais em polpa de frutas congeladas.

Polpa congela	Fenólicos Totais (mg em equivalente catequina. 100g ⁻¹)		
	Extrato aquoso	Extrato MeOH	Total
Abacaxi	78,79 ± 6,63 ^c	2,58 ± 1,24 ^d	81,37 ± 7,84 ^c
Acerola	2.193,40 ± 21,97 ^a	788,39 ± 10,46 ^a	2.981,79 ± 31,42 ^a
Cajá	91,37 ± 7,90 ^{bc}	35,48 ± 5,04 ^c	126,85 ± 10,28 ^{bc}
Caju	357,85 ± 14,87 ^b	51,40 ± 5,22 ^c	409,25 ± 20,09 ^b
Ciriguela	161,95 ± 3,86 ^b	187,86 ± 29,43 ^b	349,81 ± 33,29 ^b
Goiaba	101,75 ± 12,61 ^b	140,98 ± 19,05 ^b	242,73 ± 21,66 ^b
Graviola	183,29 ± 3,14 ^b	20,65 ± 2,34 ^c	203,94 ± 5,48 ^b
Manga	70,76 ± 9,77 ^c	19,68 ± 1,69 ^c	90,44 ± 11,46 ^c
Maracujá	77,06 ± 6,12 ^c	6,03 ± 0,46 ^d	83,09 ± 6,58 ^c
Pitanga	150,31 ± 11,70 ^b	122,15 ± 6,22 ^b	272,46 ± 17,92 ^b
Tangerina	73,19 ± 8,31 ^c	5,10 ± 0,74 ^d	78,29 ± 9,05 ^c
Uva	131,40 ± 12,84 ^b	7,53 ± 1,55 ^d	138,93 ± 14,39 ^{bc}

Os valores referem-se a média de três determinações; as médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey (p>0,05).

Fonte: MELO et al., 2008.

5.5 Compostos fenólicos

Esses compostos são pertencentes a uma classe de compostos com grande variedade de estruturas, simples e complexas, estando amplamente distribuídos no reino vegetal e nos micro-organismos, participando do metabolismo animal. Sua classificação é dada de duas formas: de acordo com seu esqueleto principal (anel aromático) e suas cadeias substituintes, ou como amplamente distribuídos e de distribuição restrita (CARVALHO, GOSMAN e SCHENKEL, 2002). Entre os compostos fenólicos que exercem atividade antioxidante, os que mais se

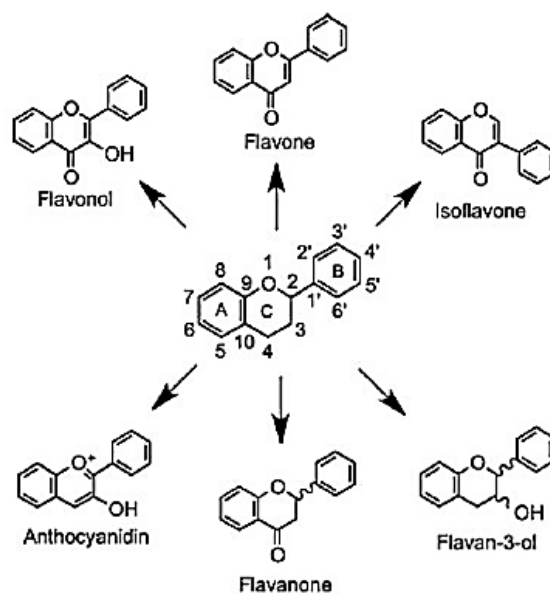
destacam são os flavonoides, que incluem quimicamente as antocianinas e os flavonóis (LIMA, MÉLO e LIMA, 2002).

5.5.1 Flavonoides

São compostos biossintetizados a partir da via dos fenilpropanoides e fazem parte de uma importante classe de polifenóis, relativamente abundantes dentre os metabólitos secundários de vegetais. Como algumas de suas funções, pode-se citar a proteção contra a incidência de raios UV e visível, insetos, fungos, vírus e bactérias, a atração dos animais responsáveis pela polinização, a ação antioxidante, a regulação da ação dos hormônios vegetais, os agentes aleopáticos e a inibição de enzimas. Os flavonoides são economicamente interessantes por suas diversas propriedades, como a utilização de alguns como pigmentos, sua contribuição nutricional e colorífica a alguns alimentos, além de efeitos farmacológicos, como antitumoral, antioxidante, antiviral, anti-inflamatório, entre outros (ZUANAZZI, 2002).

São estruturas polifenólicas, apresentam 15 átomos de carbono no seu núcleo fundamental, formado por dois anéis aromáticos unidos por uma cadeia de três átomos de carbono, podendo estes, formarem ou não, um terceiro anel (C6-C3-C6) (Figura 3). De acordo com o nível de oxidação do anel heterociclo, são classificados como antocianidinas, chalconas, catequinas, flavononas, flavonóis, flavonas, isoflavonas, flavavonóis ou flavano-3-ol (HAMERSKI, REZENDE e SILVA, 2013).

Figura 3 – Estrutura química dos flavonoides e suas diferentes classes.

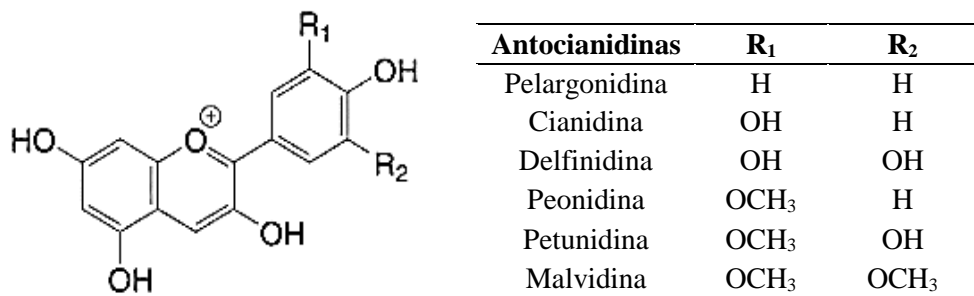


Fonte: SOUTO, 2017.

5.5.2 Antocianinas

As antocianinas dão cores a uma vasta gama de frutas, legumes e hortaliças, indo do vermelho até o azul. Representam a maior classe de substâncias coloridas do reino vegetal, juntamente com os carotenoides (HAMERSKI, REZENDE e SILVA, 2013). Estes compostos podem ser encontrados na forma glicosilada, nomeada antocianina, ou na sua forma aglicona, nomeada antocianidina. As antocianidinas apresentam coloração acentuada quando em meio ácido, obtendo uma absorção máxima entre 465 e 550 nm no espectro visível e os tipos mais comuns em hortaliças e frutas são: cianidina, delphinidina, peonidina, petunidina, pelargonidina e malvidina (Figura 4) (SOUTO, 2017).

Figura 4 – Principais antocianidinas encontradas em hortaliças e frutas.



Fonte: SOUTO, 2017.

Estes pigmentos podem ser encontrados em variadas estruturas vegetais, como na polpa de frutas, raízes, folhas e pétalas de flores. A função de atrair insetos e pássaros para a polinização das flores e dispersão das sementes é sua função mais importante. Inibir o crescimento de larvas e alguns insetos também é uma de suas responsabilidades. Na indústria de alimentos, são considerados aditivos seguros e eficazes, porém, utilizados em pequena escala, uma vez que são instáveis a diversos fatores físicos como luz e pH, são difíceis de serem purificados ou sintetizados, além de possíveis reações com o dióxido de carbono, um conservante de alimentos comumente utilizado. Já o interesse farmacológico se deve a sua atividade anti-inflamatória, antioxidante, antiedematogênica, entre outras (ZUANAZZI, 2002).

Um fator limitante para a aplicação das antocianinas é a sensibilidade a variação de pH, sua maior estabilidade encontra-se em meio ácido, entre os valores de 1,0 a 3,5, nesta faixa, apresenta uma coloração vermelha intensa, a qual perde intensidade e estabilidade com o aumento do pH, descolorindo-se ao atingir valores acima de 4. Ao atingir valores mais altos, (acima de 6), muda gradualmente sua coloração para púrpura e azul escuro, até chegar aos tons de verde e amarelo, que ocorrem em valores acima de 12. Estes pigmentos também são

sensíveis ao aquecimento prolongado, adquirindo uma coloração castanho-escura (ARAÚJO, 2008; FENNEMA, 2000).

Ao analisar pitangas vermelhas e roxas semi-maduras, LIMA, MÉLO e LIMA (2002) encontraram valores semelhantes de compostos fenólicos (252 ± 4 e 257 ± 12 mg 100 g⁻¹, respectivamente, mg em equivalente de catequina 100 g⁻¹) e uma pequena variação entre os carotenoides totais (79 ± 1 e 98 ± 1 µg g⁻¹, µg em equivalente de β-caroteno g⁻¹). Nas frutas vermelhas e roxas maduras, os teores foram semelhantes para os carotenoides totais (104 ± 0 e 111 ± 2 µg g⁻¹, respectivamente) e com diferença significativa nos teores de compostos fenólicos (257 ± 3 e 325 ± 24 mg 100 g⁻¹), essa diferença é explicada pela presença de antocianinas, presentes em maior quantidade na fruta roxa, uma vez que, são as responsáveis por sua coloração característica. Neste estudo, também se verificou que os maiores teores de antocianinas, flavonóis totais e carotenoides totais estão na película da pitanga roxa (420 ± 0 mg 100 g⁻¹, 120 ± 16 mg 100 g⁻¹, 750 ± 9 µg g⁻¹, respectivamente) em relação a sua polpa (26 ± 0 mg 100 g⁻¹, 18 ± 0 mg 100 g⁻¹, 111 ± 2 µg g⁻¹).

5.6 Fibras

As estruturas que sustentam as folhas, sementes e caules das plantas são as fibras, grande parte formada por polissacarídeos (longas cadeias de açúcar) como por exemplo o amido. Contudo, nas chamadas fibras dietéticas, as enzimas digestivas humanas não conseguem romper as ligações entre as moléculas de açúcar, desse modo, a maior parte passa pelo organismo sem sofrer alterações. As três mais comuns são a celulose e a hemicelulose, que auxiliam na digestão e excreção, e a pectina que pode ser isolada e utilizada como aditivo alimentar para alteração da consistência e textura (SIZER e WHITNEY, 2003).

O consumo regular de fibra alimentar atua na prevenção de inúmeras doenças crônico-degenerativas, levando as indústrias a buscarem novos ingredientes e formulações que possibilitem o enriquecimento de fibras e do valor nutricional nos alimentos, a fim de suprir o consumo insuficiente destes compostos pela população. Um dos meios encontrados é o aproveitamento de materiais secundários do processamento de frutas, utilizando-os como ingredientes na produção de alimentos, uma vez que estes possuem baixo custo e elevado teor de pectina, um polissacarídeo solúvel, que está relacionado com a maior parte dos efeitos benéficos que a fibra alimentar proporciona ao organismo. Dentre as vantagens das fibras provenientes de frutas em comparação as de cereais, estão o teor superior de fibras e da fração solúvel, a maior capacidade de retenção de gordura e água, além do menor valor calórico e de ácido fítico (MACAGNAN, et al., 2014).

As frutas são fontes de fibras alimentares na dieta humana, porém, como algumas são muito perecíveis, podem ser consumidas também na forma polpa congelada, no entanto SALGADO, GUERRA E MELO FILHO (1999), verificaram que os processos de obtenção da polpa congelada podem influenciar no teor de fibras, como ocorreu com as polpas de acerola, caju, goiaba, graviola, pinha, sapoti e uva, analisadas em seu estudo, que tiveram perdas significativas, ao contrário da manga e da pitanga, nas quais as perdas foram inferiores a 20 %.

O teor de fibra alimentar em 100 g de polpa de pitanga é de 2,67 g, segundo a TBCA (2017) e 3,50 g segundo a EMBRAPA FLORESTAS (2015), em contrapartida, BAGETTI et al (2011) avaliaram os teores de fibras nas sementes de pitangas roxa, encontrando o valor de $24,7 \pm 0,1$ g de fibras totais e $23,7 \pm 0,2$ g de fibras insolúveis em 100 g de semente, revelando que esta é uma boa fonte de fibra dietética e a possibilidade de sua exploração para complementação da alimentação humana e animal.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Local de pesquisa

As análises foram realizadas nos laboratórios do curso de Química da Universidade de Santa Cruz do Sul/RS.

5.2 Instrumentação

Para a pesagem e preparo das amostras trituradas foram utilizadas balanças analíticas, QUIMIS[®] modelo Q-500L210C, SHIMADZU modelo ATX224 e liquidificador PHILIPS WALITA Daily; A desidratação e secagem das amostras foi realizada em estufa com circulação e renovação de ar TECNAL, modelo TE-394/1 e sua moagem em moinho de facas SOLAB modelo SL-32. A determinação de umidade foi realizada empregando Balança de Determinação de Umidade OHAUS[®], modelo MB200; O teor de antocianinas e atividade antioxidante foram determinados empregando espectrofotômetro GENESYS[™] 10S UV-Vis e centrífuga SERVYLAB modelo MDTHIPLUS; Para o ensaio de estabilidade foram empregadas 2 lâmpadas em espiral fluorescente compactas de 20W PHILIPS, acoplada em suporte para lâmpadas, produzido pelo curso de Física da UNISC.

5.3 Pitanga – seleção e preparo

Foram colhidas pitangas roxas maduras, íntegras e de diferente tamanhos, no interior dos municípios de Cachoeira do Sul (coordenadas geográficas 30°21'00.9"S 52°44'15.9"W) e Encruzilhada do Sul - RS (30°22'35.1"S 52°45'40.7"W).

As frutas foram higienizadas e armazenadas em freezer doméstico em pequenas porções, em embalagens plásticas, até seu transporte para os laboratórios da Universidade de Santa Cruz do Sul, onde foi separada a polpa das sementes para a realização das análises.

5.4 Desidratação e obtenção do pó

Em testes preliminares, avaliou-se a desidratação da fruta inteira, a fruta sem as sementes e apenas as sementes, sem nenhum pré-tratamento, em estufa a 60°C por 41 horas (com pausas noturnas), e a polpa liquidificada com um pouco de água por 8 horas. Após, avaliou-se a polpa liquidificada e lavada com água para determinação da proporção polpa:água ideal.

Baseado nestes testes, a desidratação foi realizada com a polpa liquidificada com água, filtrada em tecido *voil* e lavada com água, para retirar o excesso de açúcar da fruta.

Para realização da curva de desidratação, foram liquidificados cerca de 210 g de polpa com 300 mL de água. Estes foram filtrados e lavados com mais 300 mL de água, restando

aproximadamente de 100 g de polpa pronta para desidratação. Esta quantidade foi dividida em 6 porções com cerca de 12 g cada, que foram levadas para a estufa sobre pedaços de tecido *voil* e vidro-relógio (ambos secos a 105°C por 30 minutos, resfriados em dessecador e pesados), para facilitar a circulação de ar e a coleta do produto desidratado. A desidratação foi realizada a 60°C, por 6 horas, com leituras do teor de umidade a cada hora, sendo as amostras previamente resfriadas em dessecador. As condições de operação utilizadas para a balança de determinação do teor de umidade foram de 105°C por 30 minutos.

Para obtenção do pó, foram utilizados 326g de polpa *in natura*, com massa final de 151g prontos para desidratação, sendo esta realizada à 60°C, por 3 horas e 30 minutos. A polpa desidratada foi moída em moinho de facas e o pó obtido foi tamisado para separação por tamanho de partícula em <0,180mm, 0,180 - 0,250mm e >0,250mm.

5.5 Atividade antioxidante

A avaliação da atividade antioxidante foi realizada pelo método de captura do radical DPPH, conforme informações disponibilizadas no comunicado técnico elaborado por RUFINO, et al (2007), baseadas em modificações realizadas nos laboratórios da Embrapa Agroindústria Tropical. Foram utilizados 3 tipos de amostras, a polpa *in natura*, em pó (granulometria <0,180mm) e as sementes, com análises em triplicata.

5.5.1. Soluções

Solução controle de álcool metílico, acetona e água: Em balão volumétrico de 100 mL, foram adicionados 40 mL de solução de álcool metílico 50% e 40 mL de solução de acetona 70%, completando-se o volume para 100 mL com água destilada, esta foi homogeneizada e transferida para um frasco de vidro identificado, sendo armazenada em temperatura ambiente.

Solução de DPPH 0,06 mM: foram dissolvidos 2,4 mg de DPPH da marca Sigma-Aldrich em álcool metílico, completando-se o volume para 100 mL em um balão volumétrico com álcool metílico e, após homogeneizado, transferido para um frasco de vidro âmbar identificado. Esta solução foi preparada momentos antes das análises.

5.5.2. Curva do DPPH

A partir da solução inicial de DPPH (60 µM), foram preparadas, em balões volumétricos de 10 mL, soluções de concentrações variando de 10 µM a 50 µM, conforme a tabela 3.

Tabela 3 – Preparo das soluções para curva do DPPH.

Solução de DPPH (mL)	Álcool metílico (mL)	Concentração final de DPPH (μM)
0	10	0
1,7	8,3	10
3,3	6,7	20
5,0	5,0	30
6,7	3,3	40
8,3	1,7	50
10	0	60

Para a determinação da curva do DPPH, em ambiente escuro, foi transferida uma alíquota de 2 mL de cada solução de DPPH (10 μM , 20 μM , 30 μM , 40 μM , 50 μM e 60 μM) para cubetas de vidro, realizando-se a leitura em espectrofotômetro a 515 nm, em triplicata. O álcool metílico foi utilizado como branco para ajuste do zero. A partir dos resultados obtidos, foi construída a curva analítica e definida a equação da reta.

5.5.3. Obtenção dos extratos da fruta

Foi pesado, com exatidão, 1 g de cada amostra (fruta *in natura*, em pó e sementes) em tubo de ensaio plástico de centrifugação de 50 mL, no qual foram adicionados 40 mL de metanol 50%, a mistura foi homogeneizada e deixada em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. Após, centrifugou-se a 25.406,55g (15.000 rpm) durante 15 minutos, e o sobrenadante, transferiu-se para um balão volumétrico de 100 mL. A partir do resíduo da primeira extração, adicionou-se 40 mL de acetona 70%, sendo esta mistura homogeneizada e deixada em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. Centrifugou-se novamente a 25.406,55g (15.000 rpm) durante 15 minutos, sendo o sobrenadante transferido para o balão volumétrico contendo o primeiro sobrenadante, no qual o volume foi completado para 100 mL com água deionizada.

5.5.4. Determinação da Atividade Antioxidante Total (AAT)

A partir dos extratos obtidos, foram preparadas três diluições empregando balão volumétrico de 10 mL, nas concentrações de 5000 mg L⁻¹, 1000 mg L⁻¹ e 500 mg L⁻¹, e o extrato sem diluição, na concentração de 10000 mg L⁻¹. Em ambiente escuro, transferiu-se uma alíquota de 100 μL de cada diluição para frascos âmbar e em seguida, 3,9 mL do radical DPPH com posterior homogeneização.

Da solução controle, foram utilizados 100 µL junto com 3,9 mL do radical DPPH, e álcool metílico para o branco. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro em 515nm, após 40 minutos de reação do radical DPPH com a amostra, com base em testes prévios com o mesmo radical.

Após a medida, substituiu-se (Eq. 1) o valor correspondente a metade da absorvância inicial do controle pelo y da equação da curva do DPPH para encontrar o consumo em µM DPPH e, em seguida, transformou-se para g DPPH.

Equivalência de controle e DPPH

$$y = ax - b \quad (\text{Eq. 1})$$

(Equação da curva do DPPH representada), onde:

y = Absorvância inicial do controle / 2

x = resultado em µM DPPH

Obs.: converter para g DPPH, através da transformação:

g DPPH = (µM DPPH / 1.000.000) * 394,3 (peso molecular do DPPH).

A partir das absorvâncias obtidas das diferentes diluições dos extratos, a absorvância foi plotada no eixo Y e a diluição (mg/L) no eixo X para determinar a equação da reta (Eq. 2). Para calcular a AAT, se substituiu a absorvância equivalente a 50 % da concentração do DPPH pelo y (Eq. 2), encontrando o resultado que corresponde à amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH (EC₅₀).

Cálculo do EC₅₀

$$y = - ax + b \quad (\text{Eq. 2})$$

onde:

y = Absorvância inicial do controle / 2

x = EC₅₀ (mg/L).

A partir do resultado (mg/L) encontrado na equação 2, divide-se por 1.000 (correspondente em g) e, em seguida, pelo valor encontrado em g DPPH (Eq. 1) para obter o resultado final (Eq. 3) que é expresso em g fruta (porção comestível) / g DPPH.

EC₅₀ expresso em g fruta / g DPPH

$$\text{g fruta / g DPPH} = (\text{EC}_{50} \text{ (mg/L)} / 1.000 * 1) / \text{g DPPH} \quad (\text{Eq. 3})$$

Para avaliação da capacidade de sequestro das amostras, utilizou-se a seguinte equação:

$$\% \text{ sequestro} = \frac{\text{Absorbância do controle} - \text{Absorbância da amostra}}{\text{Absorbância do controle}} \times 100 \quad (\text{Eq. 4})$$

Esta foi aplicada para os valores médios de absorvância obtidos para o pó e sementes na concentração de 5000 mg L⁻¹, para comparação com outros estudos.

5.6 Teor de antocianinas totais

O teor de antocianinas foi determinado com base na metodologia utilizada por LIMA, MÉLO E LIMA (2005).

Foi realizada a obtenção de extrato antociânico bruto a partir da homogeneização da polpa (*in natura* e em pó com granulometria <0,180mm) em solução extratora (etanol 95%:HCl 1,5 mol L⁻¹) (85:15 v/v) com repouso de 12h a 5°C ao abrigo da luz, após o resíduo foi filtrado em papel filtro e lavado exaustivamente com a solução extratora até a remoção completa do pigmento. Após a filtração, o extrato da fruta *in natura* foi coletado em balão volumétrico de 100 mL, sendo o volume completado com a solução extratora, já o extrato da fruta em pó foi coletado em balão volumétrico de 200 mL por necessitar de mais solução para lavagem do resíduo, também sendo completado com solução extratora.

O extrato foi medido em espectrofotômetro em comprimento de onda de 535nm, sendo necessária a diluição de 1 mL do extrato do pó em balão volumétrico de 10 mL com solução extratora. O teor de antocianinas totais calculado utilizando-se a seguinte expressão (Eq. 4):

$$\text{Antocianinas totais (mg 100g}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Absorvância} * \text{fator de diluição}}{E^{1\%}_{1\text{cm}}}$$

O valor E^{1%}_{1cm} utilizado pelo autor foi de 98,2.

5.7 Estabilidade frente a exposição à luz

O estudo da estabilidade frente a exposição à luz foi adaptado da metodologia utilizada por LIMA, MÉLO E LIMA (2005).

Para este teste, foi utilizado o extrato bruto antociânico da pitanga desidratada (pó), do qual, foram distribuídos 4 mL em 16 frascos de vidro âmbar e 16 frascos de vidro transparente, devidamente fechados. Para o ambiente de exposição, utilizou-se uma capela de exaustão do laboratório de Bromatologia da Universidade de Santa Cruz do Sul, a qual teve a porta de acrílico transparente vedada com papel pardo para evitar a influência de luzes externas.

Para a iluminação, utilizou-se duas lâmpadas fluorescentes de 20W cada, estas foram escolhidas por serem de potência mais próxima ao encontrado em residências comuns. As lâmpadas foram ligadas em um suporte com capacidade para até 3 lâmpadas, permanecendo ligadas durante todo o experimento. Os frascos transparentes ficaram à uma distância de 1,2 metros das lâmpadas, os frascos âmbar ficaram na mesma distância para permanecerem na mesma temperatura, porém, dentro de uma caixa de papelão para maior proteção da exposição à luz (Figura 5).

Figura 5 – Disposição das amostras para o teste de estabilidade frente a exposição à luz.



Fonte: Arquivo pessoal

Foi utilizado um frasco de cada grupo de amostra (exposto e protegido), em cada tempo, sendo necessária a diluição de 1 mL do extrato em balão volumétrico de 10 mL com solução extratora. As medidas foram realizadas antes da exposição, após 12 horas, 24 horas, e as seguintes, uma vez ao dia, no período da tarde. As medidas foram realizadas por espectrofotometria, em comprimento de onda de 535nm, utilizando para o cálculo da constante de velocidade de degradação (k) e do tempo de meia-vida ($t_{1/2}$) dos extratos, as seguintes equações cinéticas de 1ª ordem (Eq 5 e 6):

$$-\ln \left[\frac{\text{Absorvância}(t)}{\text{Absorvância}(t_0)} \right] = k.t \quad (\text{Eq. 5})$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} \quad (\text{Eq. 6})$$

5.8 Teor de Fibras

O teor de fibras foi determinado conforme o método de WEENDE (adaptado de DE FREITAS et al., 2011), utilizando 3 amostras, fruta *in natura*, em pó (granulação >0,250mm) e sementes trituradas.

Pesou-se 0,8g de cada amostra em papel filtro previamente tarado e pesado (2 horas a 103-105°C em estufa com circulação de ar, resfriamento em dessecador e pesagem), que foi transferida para um balão de fundo redondo de 250 mL, no qual foram adicionados 50 mL de ácido sulfúrico 0,15 mol L⁻¹, após a adaptação do tubo de refluxo no balão, o solvente foi submetido à fervura, suave e constante, durante 30 minutos (a partir do momento em que iniciou a ebulição), após, foi cessada a fervura e aguardou-se de 10 a 15 minutos para que o solvente resfriasse. Ao solvente frio, foram adicionados 25 mL de solução de hidróxido de sódio 1,5 mol L⁻¹, submetendo-se novamente à fervura por mais 30 minutos, com tempo posterior para resfriamento de cerca de 20 minutos.

Após esses processos, o solvente contendo a amostra foi filtrado à vácuo em papel filtro previamente tarado, sendo o papel, juntamente com as fibras, lavado com água destilada até reação neutra do líquido filtrado (verificada através de papel indicador). O papel filtro foi colocado em vidro relógio e levado para secar em estufa a 103-105°C, até peso constante, sendo colocado em dessecador para esfriar antes da pesagem.

Não foi realizada a quantificação em triplicata por falta de amostra do pó.

Resultado expresso em g 100 g⁻¹.








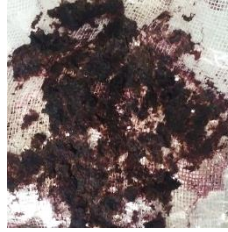
5.9 Análise de dados

Os resultados obtidos foram avaliados por análise de variância.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Desidratação

Quadro 1: Resultados do primeiro teste de desidratação.

Amostra	Pitanga inteira	Sem sementes	Sementes	Polpa+água
<i>In natura</i>				
Desidratada				
Tempo (h)	41 horas (com pausas noturnas)	41 horas (com pausas noturnas)	41 horas (com pausas noturnas)	8 horas
Umidade (%)	7,07	8,00	9,18	9,18
Aspecto	“Grudento”, higroscópico e maleável.	“Grudento”, higroscópico e maleável.	Seco, mas não quebradiça.	Seca e quebradiça.

Fonte: Arquivo pessoal.

A desidratação foi realizada apenas em um valor de temperatura em função da baixa quantidade da fruta recolhida, e em 60°C para minimizar a degradação das antocianinas que está diretamente relacionada com o aumento da temperatura de exposição. Este fato foi demonstrado no trabalho de PERON (2015), evidenciando a degradação mais acentuada em temperaturas acima de 60°C. Para a desidratação e a produção do pó da pitanga, foi necessária uma etapa de liquidificação e lavagem com água para redução de teor de açúcar, pois nos primeiros testes (Quadro 1), as amostras adquiriram um aspecto de “bala-de-goma”, ficando estas grudentas, higroscópicas e sem condições de moagem, mesmo com baixo teor de umidade.

Em outro teste, a pitanga foi liquidificada com água em proporção 1:1, porém, o resultado obtido não foi satisfatório, pois as amostras permaneceram com aspecto “grudento”, higroscópico e maleável, mesmo após 8 horas de desidratação e umidade de aproximadamente 9% (Figura 6).

Figura 6 – Aspecto da polpa *in natura* + água, antes (A) e após (B) a desidratação



Fonte: Arquivo pessoal.

No preparo da amostra para a produção da curva de desidratação, adicionou-se a etapa de filtração e lavagem, que possibilitou a obtenção de amostras secas e quebradiças, textura ideal para moagem. Na Tabela 4, são apresentados os teores de umidade e o rendimento final de cada ponto. Os resultados foram digitalizados em planilha Excel[®] para produção da curva de desidratação (Gráfico 1), com a qual foram definidas as condições de secagem em 60°C por 3 horas e 30 minutos. A Figura 7 apresenta o aspecto visual da pitanga neste processo.

Tabela 4 – Valores obtidos na construção da curva de desidratação.

Amostra / tempo (h)	Umidade %	Rendimento %
0	92,86	-
1	18,29	5,36
2	8,82	6,10
3	12,50	6,56
4	8,22	5,54
5	9,09	6,57
6	9,52	6,33

Gráfico 1 – Curva de desidratação.

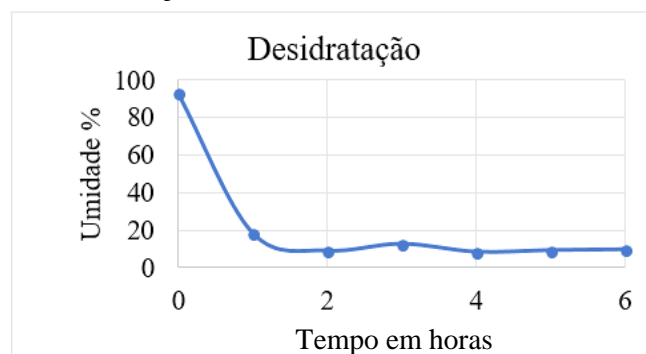
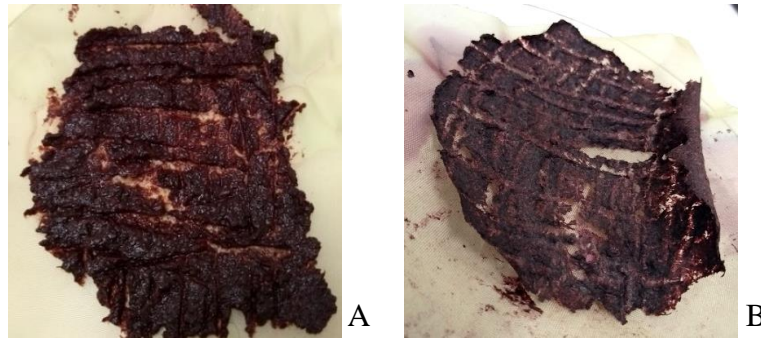


Figura 7 – Aspecto visual de uma amostra utilizada na produção da curva, antes (A) e depois (B) da desidratação.



Fonte: Arquivo pessoal.

Para a continuidade dos estudos, amostras de pitanga *in natura* foram desidratadas nas condições definidas de acordo com a curva de desidratação: 60°C por 3 horas e 30 minutos. Após a desidratação, moagem e tamisação, obteve-se um pó com os seguintes tamanhos de partícula: 51,29% <0,180mm (3,090g), 23,82% 0,180 – 0,250mm (1,435g) e 24,89% >0,250mm (1,5g).

Com base no gráfico 1, em duas horas a amostra já havia alcançado o teor de umidade e textura desejáveis, mas, optou-se por utilizar mais tempo na obtenção do pó, para garantir a desidratação homogênea, visto que algumas partes da amostra poderiam ficar mais espessas, demandando mais tempo na estufa. Mesmo com esse aumento, um período de secagem de 3 horas e 30 minutos é suficiente para reduzir os teores de umidade a valores muito baixos, evitando expor a amostra a elevadas temperaturas, ou longos períodos de exposição, contribuindo para a redução da degradação de seus compostos bioativos, assim como, gastos com consumo energético e o tempo de trabalho. A Figura 8 apresenta o pó de pitanga obtido nesta etapa.

Figura 8 – Pó de amostras de pitanga, obtido após a moagem e tamisação.

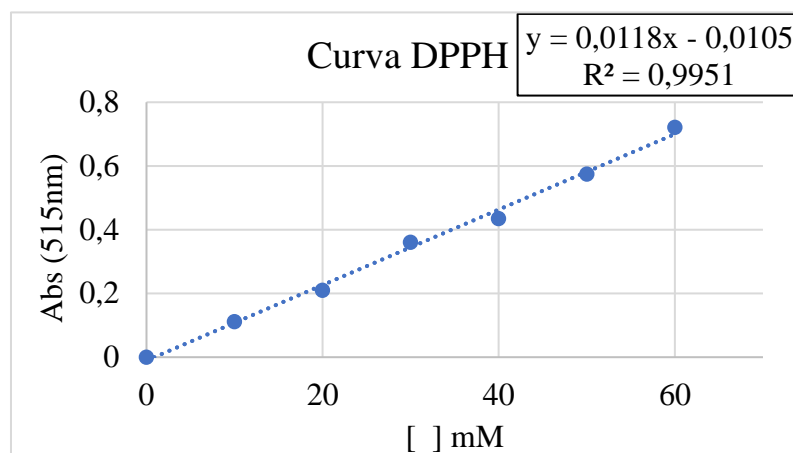


Fonte: Arquivo pessoal.

6.2 Atividade Antioxidante Total (AAT)

A capacidade antioxidante foi determinada na pitanga *in natura*, em pó e nas sementes, seguindo a metodologia descrita anteriormente, com a qual foi construída a seguinte curva do DPPH (Gráfico 2):

Gráfico 2 – Curva do DPPH.



Na avaliação do potencial antioxidante frente as 3 amostras testadas, os valores de absorvâncias, obtidos após 40 minutos de reação, e da solução controle de DPPH estão descritos na Tabela 5. As absorvâncias obtidas foram plotadas no eixo Y e diluições (mg/L) no eixo X para determinar a equação da reta, obtendo-se os Gráficos 3, 4 e 5.

Tabela 5 – Valores de absorvâncias obtidos nas amostras, em 4 diluições diferentes e na solução controle.

Amostra	[] mg L ¹			
	10000	5000	1000	500
<i>In natura</i>	0,546 ± 0,001	0,603 ± 0,002	0,661 ± 0,006	0,665 ± 0,004
Pó	0,047 ± 0,003	0,046 ± 0,003	0,461 ± 0,005	0,560 ± 0,005
Sementes	0,039 ± 0,004	0,068 ± 0,006	0,522 ± 0,005	0,601 ± 0,003
Controle	0,235 ± 0,002			

Resultados expressos em média de três leituras e desvio padrão (n=3).

Gráfico 3 – In natura, 4 pontos.

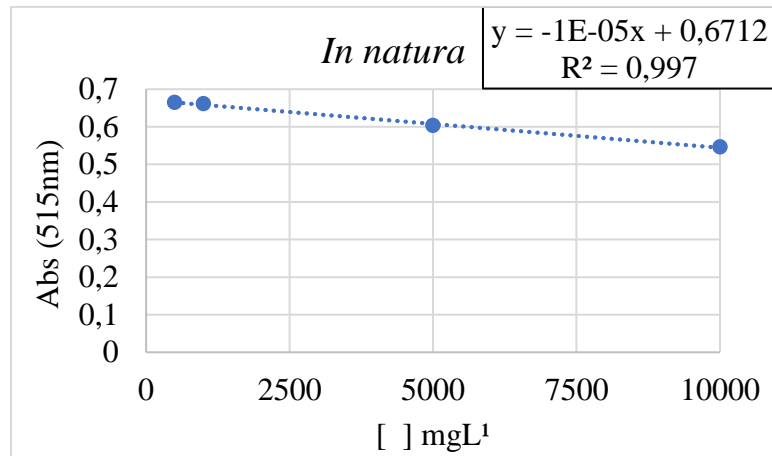


Gráfico 4 – Pó, 3 pontos.

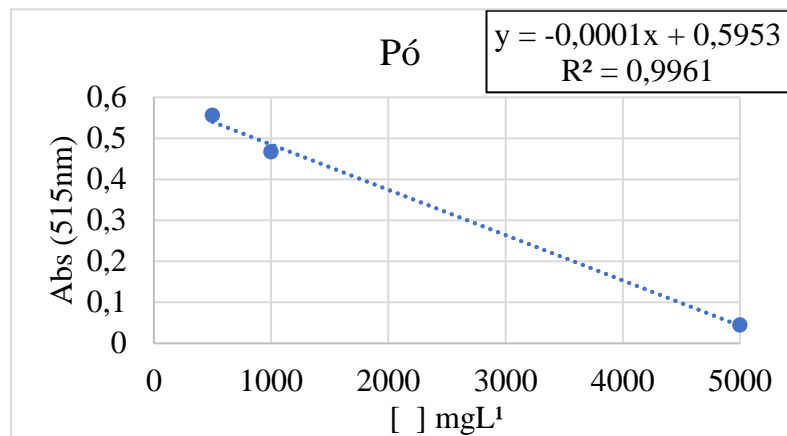
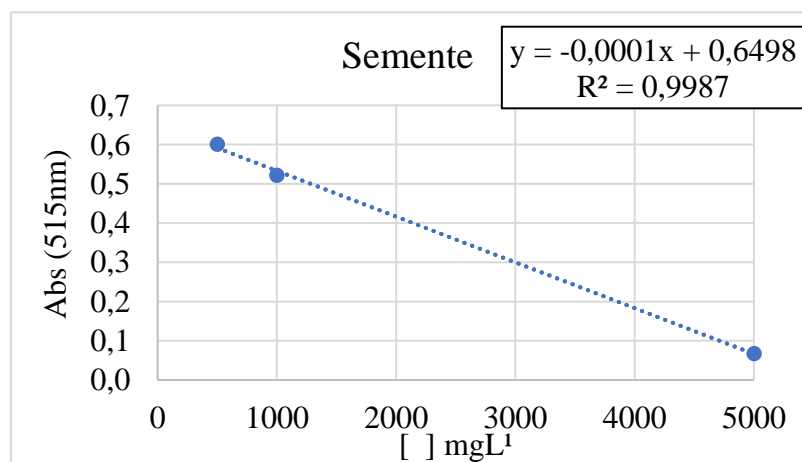


Gráfico 5 – Sementes, 3 pontos.



Ao plotar as médias das absorvâncias versus as quatro concentrações, a linha de tendência e o fator de correlação (R^2) evidenciam uma estabilização da degradação entre as concentrações 1000 e 5000 mg L⁻¹, devido a isso, o ponto da curva do extrato não diluído (10000 mg L⁻¹) foi retirado das curvas referentes ao pó e às sementes (Gráficos 4 e 5), com fator de correlação mais próximo de 1.

Com as equações da reta de cada amostra, calculou-se a atividade antioxidante em EC₅₀ (g/g DPPH), sendo encontrado o valor de 129.429,64 para a pitanga *in natura*, 11.147,73 para a pitanga em pó e 12.442,73 para as sementes. Os valores encontrados para o pó e sementes são semelhantes aos encontrados por DA SILVA et al. (2011) em uva 'BRS' morena (11.145,5 EC₅₀ g/g DPPH), onde ambos apresentaram elevada atividade antioxidante, porém mais baixa que a uva 'BRS' clara (4.588,786 g/g DPPH). Salienta-se que quanto menor for o valor encontrado, maior será a atividade antioxidante.

As frutas e hortaliças exercem efeito protetor ao organismo devido a presença de compostos antioxidantes, principalmente os compostos fenólicos, estes atuam como agentes redutores, interrompendo a cadeia da reação de oxidação através da doação de elétrons ou de hidrogênio aos radicais livres, convertendo-os em produtos termodinamicamente estáveis, ou complexando com metais, componentes iniciadores da oxidação lipídica. A pitanga possui alto teor de compostos fenólicos totais e carotenoides, incluindo as antocianinas, que também possuem elevado poder antioxidante (BASTOS, 2015; RUFINO et al., 2010).

RUFINO et al. (2010) avaliaram a atividade antioxidante de 18 frutas brasileiras na sua forma *in natura* e liofilizada. Dentre seus resultados (Figura 9), os mais próximos aos encontrados neste trabalho para frutas *in natura* foram do cajá (9.397), caju (7.142) e umbu (7.074), valores altos quando comparados aos puçá-preto (414) e camu-camu (478), todos expressos em EC₅₀ (g/g DPPH). As frutas liofilizadas tiveram resultados menores, sustentando a ideia de concentração dos compostos bioativos pela retirada da água, o que aumenta seu potencial antioxidante, como o caso do bacuri, que só apresentou atividade na forma liofilizada, mesmo caso ocorrido entre a polpa *in natura* e em pó da pitanga avaliados neste trabalho.

Quanto a capacidade de sequestro do radical DPPH, as amostras de pó e sementes, na concentração de 5000 mg L⁻¹, apresentaram percentual de sequestro de 80,42 e 71,06%, respectivamente, sendo considerado como forte capacidade de sequestro, por obter valores acima de 70%, conforme o trabalho realizado por MELO et al (2008), no qual foi avaliada a capacidade de sequestro do radical DPPH por extratos aquosos e metanólicos de diferentes polpas congeladas de frutas. Nos extratos aquosos de MELO et al (2008), a pitanga ficou entre as frutas com forte capacidade de sequestro, assim como uva, ciriguela e manga, alcançando

percentuais próximos de 90%, teores maiores foram encontrados para caju, goiaba e acerola. Nos extratos metanólicos, as polpas com forte capacidade de sequestro foram cajá, manga, caju, acerola, pitanga, ciriguela e goiaba.

Figura 9 – Valores de atividade antioxidante obtidos em frutas *in natura* e liofilizadas, respectivamente.

Fruits	DPPH· EC ₅₀ (g/g DPPH·) ^b	DPPH· EC ₅₀ (g/g DPPH·)
Açaí, assai	4264 ± 1381	598 ± 164
Acerola	670 ± 64.5	49.2 ± 2.5
Bacuri	n.d.	6980 ± 854
Cajá, yellow mombim	9397 ± 64.8	1064 ± 162
Caju, cashew apple	7142 ± 205	906 ± 78.2
Camu-camu	478 ± 1.2	42.6 ± 1.4
Carnaúba	3549 ± 184	4877 ± 24.3
Gurguri	1385 ± 102	360 ± 32.7
Jaboticaba	1472 ± 16.9	138 ± 3.1
Jambolão, java plum	3025 ± 65.4	938 ± 46.9
Juçara, jussara	1711 ± 46	70.1 ± 4.8
Mangaba	3385 ± 349	890 ± 69.1
Murici, nance	n.d.	238 ± 17.7
Murta	936 ± 33.3	363 ± 27.4
Puçá-coroa-de-frade	1272 ± 51.4	316 ± 2
Puçá-preto	414 ± 14.4	65.6 ± 2.4
Umbu	7074 ± 218	933 ± 109
Uvaia	3247 ± 392	276 ± 22.2

Fonte: adaptado de RUFINO et al., 2010.

Assim como observado por RUFINO et al. (2010), diferentes metodologias empregadas para avaliar a capacidade antioxidante *in vitro* obtiveram resultados conflitantes e não comparáveis aos encontrados neste trabalho e no do autor. As diferenças encontradas no preparo das amostras também contribuem para as variações, sendo um problema que requer atenção.

Vários parâmetros podem ser utilizados para expressar a capacidade antioxidante, os mais utilizados em análises *in vitro* são FRAP, ABTS, DPPH e ORAC. Para obtenção de resultados mais confiáveis, é recomendado o uso de dois ou mais métodos. (RUFINO et al., 2010). Contudo, ainda é possível verificar que as pitangas em pó, assim como as sementes, mostraram-se como boas fontes de compostos antioxidantes, o que não foi observado para a fruta *in natura*, nas condições ensaiadas.

6.3 Teor de antocianinas totais

Neste estudo, o teor de antocianinas foi de $16.404,2 \mu\text{g g}^{-1}$ para o pó e $1.137,28 \mu\text{g g}^{-1}$ para a fruta *in natura* (base úmida). Altos teores em amostras secas também foram verificados por DALLA NORA (2012), que encontrou $685,9 \mu\text{g g}^{-1}$ em araçá vermelho e $11.951,3 \mu\text{g g}^{-1}$ em guavijú. Já LIMA, MELO E LIMA (2005) encontraram teor inferior, $162,3 \mu\text{g g}^{-1}$ para extratos de pitanga roxa *in natura*. Teixeira et al, (2008) avaliaram dez fontes como potenciais matrizes antociânicas, obtendo seus melhores resultados para a jabuticaba com $4.927,4 \mu\text{g g}^{-1}$, o hibisco com $2.509,7 \mu\text{g g}^{-1}$ e o sabugueiro com $2.181,4 \mu\text{g g}^{-1}$.

As antocianinas são encontradas em diversas frutas, hortaliças e flores, compondo o maior grupo de pigmentos solúveis do reino vegetal, com cerca de 400 antocianinas diferentes. Esses pigmentos possuem ação antioxidante, atuando contra radicais livres, proporcionando uma ação protetora contra doenças neurodegenerativas e crônicas, além de atuar como inibidores de mutagênese e carcinogênese (SCHMIDT, 2018).

A composição das antocianinas é influenciada por vários fatores, como o cultivar que pode resultar em diferenças qualitativas e quantitativas, o amadurecimento que pode aumentar seu teor e outros fatores ambientais (DALLA NORA, 2012). O elevado teor encontrado no pó e as diferenças entre os demais valores citados ocorrem pela concentração dos nutrientes ao se reduzir o percentual de umidade, no caso do pó, além dos poucos processos utilizados, evitando a possível degradação dos pigmentos por meios químicos ou mecânicos. A Figura 10 demonstra os extratos antociânicos brutos, obtidos a partir da fruta *in natura* e em pó para realização das medidas por espectrofotometria.

Figura 10 – Extratos antociânicos brutos obtidos a partir da fruta *in natura* (A), em pó (B) e diluição de 10 vezes (C).



Fonte: Arquivo pessoal.

6.4 Estabilidade frente a exposição à luz

Os resultados obtidos para o teste de estabilidade frente a exposição à luz, apresentaram uma redução da absorvância do extrato antociânico de 14,2%, após 356 h (15 dias) na ausência de luz, já o extrato exposto, redução de 34,7% após o mesmo período. Em relação as constantes de velocidade de degradação (k), o extrato protegido apresentou o valor de $4,3 \cdot 10^{-4} \text{ h}^{-1}$, inferior ao extrato exposto, $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ h}^{-1}$, assim como no tempo de meia vida ($t_{1/2}$), no qual, a perda de 50% da absorvância inicial se daria após 1.610,34 h (67 dias) e 693,85 h (29 dias), respectivamente. A Tabela 6 apresenta o tempo em horas em que as medidas de cada amostra foram realizadas, as absorvâncias e o percentual de perda destas.

Tabela 6 – Perda de absorvância do extrato antociânico bruto exposto a luz e protegido da luz.

T (h)	Exposto		Protegido	
	Abs	% Perda	Abs	% Perda
0	0,788 ± 0,004	-	0,788 ± 0,004	-
12	0,787 ± 0,002	0,127	0,771 ± 0,003	2,199
21	0,774 ± 0,001	1,776	0,742 ± 0,004	5,877
66	0,706 ± 0,003	10,486	0,752 ± 0,007	4,651
92	0,697 ± 0,004	11,586	0,770 ± 0,002	2,283
114	0,661 ± 0,002	16,152	0,759 ± 0,003	3,721
163	0,628 ± 0,003	20,338	0,743 ± 0,004	5,751
259	0,584 ± 0,002	25,962	0,759 ± 0,002	3,679
283	0,546 ± 0,002	30,740	0,706 ± 0,003	10,444
356	0,515 ± 0,002	34,715	0,704 ± 0,000	14,207
476	0,490 ± 0,002	37,844	0,676 ± 0,001	9,387

Resultado das absorvâncias em média de 3 medidas e desvio padrão (n=3).

Resultados semelhantes foram encontrados por BASTOS (2015), ao avaliar a estabilidade de antocianinas purificadas, expostas à luz fluorescente mais potentes (duas lâmpadas paralelas de 80W, à distância de 1,34m), com constantes de velocidade (k) de $2,09 \cdot 10^{-4} \text{ h}^{-1}$ para antocianinas protegidas e $1,37 \cdot 10^{-3} \text{ h}^{-1}$, para expostas. Já em comparação o tempo de meia vida, foi superior para as antocianinas protegidas, 3.020 h (183 dias), e inferior para expostas 505 h (21 dias).

Em comparação ao estudo de LIMA, MÉLO E LIMA (2005), o qual manteve as amostras expostas à luz fluorescente nas mesmas condições (duas lâmpadas paralelas de 80W, à distância de 1,34m), os extratos, protegido e exposto, apresentaram os valores superiores para constante

de velocidade (k) $7,3 \cdot 10^{-4} \text{ h}^{-1}$ e $5,7 \cdot 10^{-4} \text{ h}^{-1}$, respectivamente, enquanto o tempo de meia vida teve resultados contrários, sendo inferior para o extrato protegido com 1.205,7 h (50 dias), e superior para o exposto com 948,3 h (39 dias). A Tabela 6 apresenta os resultados de leituras de absorvância para os ensaios realizados.

Na indústria de alimentos, os corantes artificiais são amplamente utilizados devido a sua alta estabilidade e capacidade tintorial, ao contrário dos corantes naturais, como as antocianinas, que tem seu uso limitado devido a sua instabilidade frente a fatores como a exposição à luz (BASTOS, 2015). Na pitanga roxa, sua cor é proporcionada principalmente pelas antocianinas, fazendo-se importante o estudo de sua estabilidade, afim de verificar as formas mais adequadas de armazenamento.

Levando em consideração a diferença de potência das lâmpadas utilizadas, a degradação deveria ser maior nos estudos citados, o que não ocorre no extrato exposto de LIMA, MÉLO E LIMA (2005), por exemplo, assim como o extrato de BASTOS (2015), que mesmo tendo passado por mais processos de purificação, apresentou o maior tempo de meia vida para o extrato protegido. Esses resultados demonstram que seria interessante uma caracterização das antocianinas nos diferentes extratos para melhor analisar a divergência destes.

Conforme o grau de purificação das antocianinas, mais sensíveis estas se tornam à luz, uma vez que a purificação remove flavonoides naturalmente presentes e que formariam complexos com as antocianinas, atuando como copigmento e promovendo a estabilização da cor (BASTOS, 2015). Por outro lado, a estrutura química também promove maior estabilidade para as antocianinas protegidas da ação da luz, pois a presença de açúcares, de açúcares acilados, de grupos metoxil e hidroxil possuem grande efeito na cor e na reatividade das antocianinas. As que apresentam maior número de hidroxilas são menos estáveis do que as que possuem maior número de metoxilas. O grau de glicosilação é outra característica estrutural que favorece a estabilidade dessas moléculas, sendo as diglicosiladas mais estáveis do que as monoglicosiladas. As antocianinas aciladas retêm melhor a cor, mesmo em pH alcalino ou sob ação de outros fatores como aquecimento, luz e SO_2 (LIMA, MÉLO E LIMA, 2005).

Para um maior tempo de prateleira das antocianinas, é recomendado fazer uso de embalagens opacas, se possível a vácuo e com armazenamento em baixas temperaturas, diminuindo assim, sua velocidade de degradação. O pó da pitanga surge como uma maneira mais estável para se utilizar dos benefícios das antocianinas e outros componentes presentes, uma vez que, por possuir pouca água em suas estruturas, se torna mais resistente e estável à fatores como luz, oxigênio, bem como variações de pH e temperatura, podendo ser comercializado para uso nesta forma ou para a extração das antocianinas.

6.5 Teor de fibras totais

Entre as 3 amostras analisadas, o maior teor de fibras totais foi encontrado na pitanga em pó (Figura 11 (A)), com um valor de 32,3 g 100 g⁻¹, seguido das sementes com 7,46 g 100 g⁻¹ (B) e a fruta *in natura* com 2,26 g 100 g⁻¹ (C). Em relação a fruta *in natura*, os resultados estão próximos aos indicados pela TBCA (2017) 2,67 g 100 g⁻¹ e EMBRAPA FLORESTAS (2015) 3,50 g 100 g⁻¹, levando em consideração que nestes estudos não foram indicados os tipos de pitanga analisados. Já no estudo de SALGADO, et al. (1999), o teor encontrado foi de 2,82 g 100 g⁻¹ para fruta *in natura*, superior ao encontrado para acerola (2,49 g 100 g⁻¹) e uva preta (2,27 g 100 g⁻¹), e inferior à goiaba (12,18 g 100 g⁻¹) e sapoti (9,98 g 100 g⁻¹).

O teor de fibras totais encontrado no pó foi de 32,2 g 100 g⁻¹, estando próximo aos 37,70 g 100 g⁻¹ encontrados por SANTOS et al. (2017), em farinha de casca de abacaxi, a qual foi produzida com a desidratação da fruta nas mesmas condições de temperatura e moagem utilizadas neste trabalho, porém com um tempo de secagem maior. Já ZANCHET (2017), encontrou um resultado superior na farinha de casca de pitaia, com 61,83 g 100 g⁻¹. Nas sementes de pitanga roxa, BAGETTI (2009) encontrou 24,7 g 100 g⁻¹ de fibras totais, valor superior ao encontrado neste trabalho (7,46 g 100 g⁻¹), porém, a diferença pode estar associada à secagem prévia das sementes a 60°C por 4 horas, realizada pela autora.

As fibras apresentam um papel importante na alimentação, principalmente no funcionamento do trato gastrointestinal, onde tornam-se mais viscosas e sequestram água, ligam-se a minerais e sais biliares, realizam a degradação microbológica, reduzem a ingestão de energia afetando assim no esvaziamento gástrico, trânsito intestinal, digestão e absorção de nutrientes. A porção insolúvel das fibras acelera o trânsito intestinal e aumenta o peso das fezes, colaborando com a redução do risco de doenças do trato gastrointestinal. Já as fibras solúveis colaboram com a perda de peso, reduzindo a absorção de glicose e colesterol LDL através da limitação do contato destes com as paredes do intestino, também retardam esvaziamento gástrico ao formarem um gel, que também proporciona sensação de saciedade. As frutas são uma fonte de fibras e no Brasil, existe uma biodiversidade com grande potencial para ser explorada (NEGRI, et al., 2016).

Segundo a RDC nº 54 de 2012 da ANVISA, um alimento é considerado “fonte” de fibras quando contém o mínimo de 3 g de fibra por 100 g de alimento, e com “alto conteúdo” quando contém o mínimo de 6 g de fibra por 100 g de alimento, sendo assim, pode-se considerar o pó e as sementes da pitanga como produtos com alto teor de fibras.

Figura 11 – Fibras resultantes do pó (A), sementes (B) e fruta *in natura* (C).



Fonte: Arquivo pessoal

7 CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos, foi possível obter o pó da pitanga com baixo teor de umidade (em torno de 9,0%) e características satisfatórias que possibilitaram o preparo de amostra simples como, moagem e processos convencionais de desidratação, em 3 horas e 30 minutos à 60°C.

Foi evidenciado nos testes o elevado potencial antioxidante do pó de pitanga, com capacidade de sequestro do radical de DPPH de 80%, atividade não verificada na polpa *in natura* na mesma concentração, porém, faz-se necessário a repetição destes com concentrações diferentes e outros métodos para resultados mais confiáveis de ambas as amostras, uma vez que não foram feitos testes prévios com as amostras para definir as melhores concentrações de trabalho com o radical DPPH.

Também se verificou um elevado teor de antocianinas, com 16.404,2 $\mu\text{g g}^{-1}$ na amostra do pó e 1.137,28 $\mu\text{g g}^{-1}$ na fruta *in natura* (base úmida), potencializando como fontes de pigmentos antociânicos, uma vez que, foram obtidos extratos com colorações muito atrativas nas tonalidades rosa, vermelho e vinho. Os extratos antociânicos também apresentaram estabilidade frente a exposição à luz, com um tempo de meia vida de 1610,34 h (67 dias) para o extrato protegido e 693,85 h (29 dias) para o exposto à luz.

O pó de pitanga também pode ser considerado como um produto de alto teor de fibras por apresentar o teor de 32,3 g 100 g^{-1} , podendo ser utilizado para suplementação de fibras na alimentação.

As propriedades encontradas na polpa também ocorreram nas sementes, com resultados semelhantes para atividade antioxidante, na qual a capacidade de sequestro do radical DPPH foi de 71%, já o teor de fibras foi mais baixo, 7,46 g 100 g^{-1} , mesmo assim, também pode ser considerado como produto com alto teor de fibras.

Adicionalmente, com um tempo baixo de exposição da pitanga ao calor e a utilização de processos convencionais, foi possível obter o pó, com incremento de seus compostos bioativos em comparação a fruta *in natura*, além de não ser necessária a utilização de equipamentos de custo elevado, reagentes químicos ou metodologias demoradas e com baixo rendimento, reduzindo também os custos, o tempo de produção e a geração de resíduos.

Para utilização do próprio pó como corante, é necessário obter um tamanho de partícula menor do que as utilizadas nas análises, o que não foi possível com os equipamentos disponíveis. A identificação de possíveis compostos tóxicos também é importante. Outra opção é a utilização do pó para a extração das antocianinas e outros compostos, já que sua manipulação

e armazenamento nesta forma é mais estável e menos vulnerável a degradação microbológica, devido ao baixo teor de umidade.

8 PROPOSTAS FUTURAS

- Análise da influência da temperatura e tempo de secagem na capacidade antioxidante e teor de antocianinas;
- Análise da capacidade antioxidante por métodos diferentes;
- Identificação das antocianinas presentes na pitanga roxa;
- Análise do potencial corante do pó em alimentos com diferentes condições de preparo e temperatura;
- Avaliação da utilização do pó como suplemento da alimentação.

9 REFERÊNCIAS

- AMIN, K. A.; HAMEID, H. A.; ELSTTAR, A. A. Effect of food azo dyes tartrazine and carmoisine on biochemical parameters related to renal, hepatic function and oxidative stress biomarkers in young male rats. *Food and Chemical Toxicology*, v. 48, n. 10, p. 2994-2999, 2010.
- ARAÚJO, Júlio M. A. *Química de alimentos: teoria e prática*. 4. ed., atual. e ampl. Viçosa: Ed. UFV, 2008.
- BACKES, P.; IRGANG, B. E. *Mata atlântica: as árvores e a paisagem*. Porto Alegre: Paisagem do Sul, 2004.
- BAGETTI, M. et al. Physicochemical characterization and antioxidant capacity of pitanga fruits (*Eugenia uniflora* L.). *Food Science and Technology* (Campinas), v. 31, n. 1, p. 147-154, 2011.
- BASTOS, Rafaella da Silva et al. *Estabilidade e potencial antioxidante de antocianinas do resíduo agroindustrial da uva Isabel cultivada no Vale do São Francisco*. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.
- BORGES, Katia Cristina. *Pitanga (Eugenia uniflora) desidratada por atomização e liofilização: Características físico-químicas, compostos bioativos e efeito sobre longevidade, estresse oxidativo e neurotoxicidade induzida em modelos in vivo Caenorhabditis elegans*. Tese de doutorado (Programa de Pós-graduação em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.
- BORGES, K. C. et al. Physicochemical characterization and bioactive value of tropical berry pomaces after spouted bed drying. *Journal of Food Quality*, v. 39, n. 3, p. 192-200, 2016.
- BRASIL. *Guia alimentar para a população brasileira* / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed., 1. reimpr. – Brasília: Ministério da Saúde, 2014.
- BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução nº 44 de 1977. *Diário Oficial da União*; órgão emissor: CNNPA - Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, 01 de fevereiro de 1978. Disponível em <<http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/44_77.htm>>. Acesso em: 10 set. 2017.
- BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre regulamento técnico sobre informação nutricional complementar. *Diário Oficial da República do Brasil*, Brasília, 13 nov. 2012.
- BRASIL. Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Aprova o "REGULAMENTO TÉCNICO PARA PRODUTOS DE VEGETAIS, PRODUTOS DE FRUTAS E COGUMELOS COMESTÍVEIS". *Diário Oficial da União*; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005. Disponível em <https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjIwOQ%2C%2C&C=MjIwOQ%2C%2C> >>. Acesso em 28 out. 2017.

CARVALHO, J. C. T.; GOSMAN, G.; SCHENKEL E. P.. Compostos fenólicos simples e heterosídicos. In SIMÕES, C. M. O. et al; *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 4. ed. Porto Alegre: Ed. da UFSC 2002. p 443-444.

CELLI, G. B.; PEREIRA-NETTO, A. B.; BETA, T. Comparative analysis of total phenolic content, antioxidant activity, and flavonoids profile of fruits from two varieties of Brazilian cherry (*Eugenia uniflora* L.) throughout the fruit developmental stages. *Food research international*, v. 44, n. 8, p. 2442-2451, 2011.

COSTA, A. G. V. et al. Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red-black berries. *Journal of functional foods*, v. 5, n. 2, p. 539-549, 2013.

DA SILVA, Marcelo Santos et al. Polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante de uvas BRS Clara e BRS Morena produzidas no Ceará. In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTAS, HORTALIÇAS E FLORES*, 3., 2011, Nova Friburgo. Anais... Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011.

DALLA NORA, Cleice. *Caracterização, atividade antioxidante" in vivo" e efeito do processamento na estabilidade de compostos bioativos de araçá vermelho e guabiju*. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2012.

DE FREITAS, S. C. et al. Coletânea de métodos analíticos para determinação de fibra. *Embrapa Agroindústria de Alimentos-Documentos* (INFOTECA-E), 2011.

EL-WAHAB, H. M. F. A.; MORAM, G. S. E. Toxic effects of some synthetic food colorants and/or flavor additives on male rats. *Toxicology and industrial health*, v. 29, n. 2, p. 224-232, 2013.

EMBRAPA FLORESTAS. *Monitoramento da fenologia vegetativa e reprodutiva de espécies nativas dos biomas brasileiros*. 2010. Disponível em <<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/919987>>>. Acesso em: 15 out. 2017.

EMBRAPA FLORESTAS. *Valor nutricional da Pitanga*. 2015. Disponível em <<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1027133>>>. Acesso em: 14 out. 2017.

FENNEMA, Owen R. (Dir.). *Química de los alimentos*. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 2000.

FOLHA ON-LINE. São Paulo. Diário. "Só 40% dos brasileiros consomem frutas e hortaliças todo dia." 2017. Disponível em <<<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2017/10/1927705-so-40-dos-brasileiros-consumem-frutas-e-hortalicas-todo-dia.shtml>>> Acesso em: 26 out. 2017.

GBD COMPARE. 2016. Disponível em <<<https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>>>. Acesso em: 20 out. de 2017.

GBD PROFILE: BRAZIL. 2010. Disponível em <<https://www.healthdata.org/sites/default/files/files/country_profiles/GBD/ihme_gbd_country_report_brazil.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2017.

GOMES, K. M. S. et al. Citotoxicity of food dyes sunset yellow (E-110), bordeaux red (E-123), and tartrazine yellow (E-102) on *Allium cepa* L. root meristematic cells. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 33, n. 1, p. 218-223, 2013.

GOMES, Pimentel. *Fruticultura brasileira*. 13. ed São Paulo: Nobel, 2007. 446 p.

HAMERSKI, L.; REZENDE, M. J. C.; DA SILVA, B. Usando as cores da natureza para atender aos desejos do consumidor: substâncias naturais como corantes na indústria alimentícia. *Revista Virtual de Química*, v. 5, n. 3, p. 394-420, 2013.

IHME, Institute for Health Metrics and Evaluation. 2016. Disponível em <<<http://www.healthdata.org/brazil>>>. Acesso em: 20 out. 2017.

JAIME, P. C. et al. Fatores associados ao consumo de frutas e hortaliças no Brasil, 2006. *Revista Saúde Pública*, São Paulo, v. 43, supl. 2, p. 57-64, Nov. 2009.

JAIME, P. C. et al. Prevalência e distribuição sociodemográfica de marcadores de alimentação saudável, Pesquisa Nacional de Saúde, Brasil 2013. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 24, n. 2, p. 267-276, 2015.

JOVITO, V. de C. et al. *Eugenia uniflora* Dentifrice for Treating Gingivitis in Children: Antibacterial Assay and Randomized Clinical Trial. *Brazilian Dental Journal*, Ribeirão Preto, v. 27, n. 4, p. 387-392, Aug. 2016.

LIMA, V. L. A. G. de; MÉLO, E. de A.; LIMA, D. E. da S. Fenólicos e carotenoides totais em pitanga. *Scientia Agricola*. (Piracicaba, Braz.), Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 447-450, Set. 2002.

LIMA, V. L. A. G. de; MÉLO, E. de A.; LIMA, D. E. da S.. Efeito da luz e da temperatura de congelamento sobre a estabilidade das antocianinas da pitanga roxa. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 25, n. 1, p. 92-94, Mar. 2005.

LOPES, A. S.; MATTIETTO, R. de A.; MENEZES, H. C. de. Estabilidade da polpa de pitanga sob congelamento. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 25, n. 3, p. 553-559, Set. 2005.

MACAGNAN, F. T. et al. Caracterização nutricional e resposta sensorial de pães de mel com alto teor de fibra alimentar elaborados com farinhas de subprodutos do processamento de frutas. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v. 32, n. 2, 2014.

MARAN, J. P. et al. Extraction of natural anthocyanin and colors from pulp of jamun fruit. *Journal of food science and technology*, v. 52, n. 6, p. 3617-3626, 2014.

MATSUO, H. et al. Aspirin augments IgE-mediated histamine release from human peripheral basophils via Syk kinase activation. *Allergology International*, v. 62, n. 4, p. 503-511, 2013.

MELO, E. de A. et al. Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, v. 19, n. 1, p. 67-72, 2008.

MPOUNTOUKAS, P. et al. Cytogenetic evaluation and DNA interaction studies of the food colorants amaranth, erythrosine and tartrazine. *Food and Chemical Toxicology*, v. 48, n. 10, p. 2934-2944, 2010.

- NASCIMENTO, J. C. et al. Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH e doseamento de flavonóides totais em extratos de folhas da *Bauhinia variegata* L. *Revista Brasileira de Farmácia*, v. 92, n. 4, p. 327-332, 2011.
- NEGRI, Talita Costa; BERNI, Paulo; BRAZACA, Solange. Valor nutricional de frutas nativas e exóticas do Brasil. *Biosaúde*, v. 18, n. 2, p. 82-96, 2017.
- OGUNWANDE, I. A. et al. Studies on the essential oils composition, antibacterial and cytotoxicity of *Eugenia uniflora* L. *International Journal of Aromatherapy*, v. 15, n. 3, p. 147-152, 2005.
- OLIVEIRA, C. B. de et al. Atividade Antimicrobiana in vitro da *Eugenia uniflora* L.(Pitanga) sobre Bactérias Cariogênicas. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*, v. 12, n. 3, p. 239-250, 2008.
- PERON, Deizi Vanessa. *Determinação da cinética de degradação térmica das antocianinas de espécies disponíveis na região sul e avaliação da capacidade antioxidante pré e pós-processo*. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, Rio Grande, 2015.
- PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Corantes artificiais em alimentos. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, v. 14, n. 2, 2003.
- RUFINO, M. S. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food chemistry*, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.
- RUFINO, M. S. M. et al. Comunicado técnico–metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza: *Embrapa*, p. 4, 2007.
- SALGADO, S. M.; GUERRA, N. B. e MELO FILHO, A. B. de. Polpa de fruta congelada: efeito do processamento sobre o conteúdo de fibra alimentar. *Revista de Nutrição* [online]. vol.12, n.3, pp.303-308, 1999.
- SANTOS, Caio C. S. et al. Determinação da composição centesimal de farinha obtida a partir da casca de abacaxi. *Sinapse Múltipla*, v. 6, n. 2, p. 341-344, 2017.
- SANTOS, J. S. et al. Perfil antropométrico e consumo alimentar de adolescentes de Teixeira de Freitas - Bahia. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 18, n. 5, p. 623-632, Out. 2005.
- SCHMIDT, Helena de Oliveira Santos. *Caracterização físico-química, nutricional e de compostos bioativos de sete espécies da família Myrtaceae nativas da Região Sul do Brasil*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande Do Sul. 2018.
- SILVA, G. J. F. da et al. Formulação e estabilidade de corantes de antocianinas extraídas das cascas de jabuticaba (*Myrciaria* ssp.). *Alimentos e Nutrição Araraquara*, v. 21, n. 3, p. 429-436, 2010a.
- SILVA, M. L. C. et al. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010b.
- SILVA, Silvana de Melo. Pitanga. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 28, n. 1, p. 0-0, 2006.

SILVA, S.; TASSARA, H. *Frutas Brasil frutas*. São Paulo: Empresa das Artes, 2005.

SIZER, F. S.; WHITNEY, E. N. *Nutrição: conceitos e controvérsias*. 1. ed. São Paulo: Manole, 567 p. 2003.

SOUTO, Mariana Magalhães. *Caracterização de compostos bioativos de três variedades de Pitanga (Eugenia Uniflora L.)*. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

SOUZA, A. de M. et al. Alimentos mais consumidos no Brasil: Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 47, supl. 1, p. 190s-199s, Fev. 2013.

TBCA; Tabela Brasileira de Composição de Alimentos / NEPA – UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl.- Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011.

TEIXEIRA, Luciana N.; STRINGHETA, Paulo César; OLIVEIRA, Fabiano A. de Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. *Revista Ceres*, v. 55, n. 4, 2008.

VINHOLES J, VIZZOTTO M. Synergisms in Alpha-glucosidase Inhibition and Antioxidant Activity of *Camellia sinensis* L. Kuntze and *Eugenia uniflora* L. Ethanolic Extracts. *Pharmacognosy Research*.; 9 (1):101-107. 2017.

ZANCHET, Alana. *Utilização de farinha de casca de pitaia vermelha (hylocereus undatus) na substituição parcial de gordura em biscoito tipo cookie*. Trabalho de conclusão (Curso de Engenharia de Alimentos). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

ZUANAZZI, José Ângelo Silveira. Flavonoides. In: SIMÕES, C. M. O. et al; *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 4. ed. Porto Alegre: Ed. da UFSC. p 499-503 / 505-506, 2002.