



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

JAYME CÉSAR DA SILVA JÚNIOR

CASCA DE GOGOIA (*Tacinga inamoena*): FONTE DE CORANTES NATURAIS

JOÃO PESSOA - PB

2018

JAYME CÉSAR DA SILVA JÚNIOR

CASCA DE GOGOIA (*Tacinga inamoena*): FONTE DE CORANTES NATURAIS

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido e apresentado no âmbito do Curso de Graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro

JOÃO PESSOA – PB

2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586c SILVA JUNIOR, Jayme Cesar da.

CASCA DE GOGOIA (Tacinga inamoena): FONTE DE CORANTES
NATURAIS / Jayme Cesar da Silva Junior. - João Pessoa,
2018.

61 f. : il.

Orientação: Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro.
Monografia (Graduação) - UFPB/CTDR.

1. Corantes naturais. 2. Pigmentos. 3. Betalainas. 4.
Carotenoides. I. Cordeiro, Angela Maria Tribuzy de
Magalhães. II. Título.

UFPB/BC

JAYME CÉSAR DA SILVA JÚNIOR

**CASCA DE GOGOIA (Tacinga inamoena): FONTE DE CORANTES
NATURAIS**

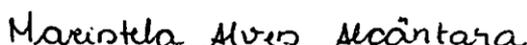
Trabalho de conclusão de curso
apresentado a Universidade Federal da
Paraíba, como parte das exigências para
a obtenção do título de Tecnólogo de
Alimentos.

João Pessoa, 13 de junho de 2018.

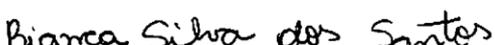
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro
CTDR/DTA/UFPB



Prof.^a Dr.^a Maristela Alves Alcântara
PPGCTA/CT/UFPB



Prof.^a Msc. Bianca Silva dos Santos
PPGCTA/CT/UFPB

AGRADECIMENTOS

Tudo o que passei e vivenciei nesse tempo de graduação foi confidenciado ao Criador, Ele que sempre escutou minhas súplicas, orações e angústias, nada mais justo do que louvar e agradecer por cada momento vivido, mesmo em adversidades louvava e não questionava absolutamente nada, apenas aceitei e AGRADECI. Obrigado Deus! Obrigado por tudo!

Aos meus pais! Agradeço toda paciência que tiveram comigo, sempre incentivando aos estudos, colaborando comigo e estando presente nessa luta que é a universidade, sem o apoio de vocês eu não conseguiria ter ido tão longe, saibam que essa vitória é nossa, outras virão pela frente e estaremos juntos comemorando. Deus me permita partilhar ainda mais vitórias como essa com vocês.

Aos meus bons e fiéis amigos! Agradeço por estarem comigo nessa caminhada, sei que rezam por mim e sinto no olhar de cada um a força que passam, mesmo dizendo que sou técnico em alimentos, que faço gastronomia ou que coloco entrada USB em alimentos, eu gosto de todos. “A amizade multiplica as alegrias e divide as tristezas”, obrigado Lucas, Renan, Angélica, Rafael e Glaycielle. Agradeço pela contribuição e amizade dos irmãos Mateus e Lucas Alves, onde deram seu apoio motivacional e correção ao abstract do trabalho.

Agradeço de todo o meu coração ao pessoal da equipe do Encontro de Jovens com Cristo da paróquia Santa Júlia, pessoas essas que viram todo o meu caminhar nessa reta final de curso e deram muita força para que eu pudesse conciliar a coordenação e o trabalho final do curso, sem vocês essa vitória não teria o mesmo gosto, o obrigado é recheado de gratidão e muito amor por cada um, amo vocês!

Agradeço muito aos meus amigos de turma, esse pessoal me fez sentir o que é um trabalho em equipe, o que é perseverar, lutar até o último momento e dizer que venci após uma luta acadêmica, nunca irei esquecer vocês, a minha caminhada ficou mais leve ao lado de cada um. Gratidão eu tenho no coração, e é isso que tenho para oferecer a cada um, obrigado Georges, Flora, Edinaldo e Luiz, as coisas tiveram mais sentido com todos ao meu lado, sem vocês essa vitória não teria a mesma lógica, amo vocês!

Queria também distribuir meu obrigado a outras pessoas do curso, essas pessoas também somaram para que isso viesse acontecer. A você Gabriella pela eterna parceria, pelas alegrias e tristezas divididas. Ederaldo por sempre está comigo e partilhar da vida da melhor forma possível. Ao pessoal que partilhou essa agonia que é o TCC, em especial Isis, o meu eterno “xuxu” e a Simone, por ser essa pessoa fantástica, um amor de ser humano. Agradecer ao querido Júnior Beija-Flor, tão breve aqui na Terra, mas deixou seus ensinamentos

eternizados na alma de cada amigo. Agradecer a Cássia, Alesandra e Isa pelo apoio em algumas análises, a ajuda de vocês foi valiosa, obrigado pela contribuição generosa.

Agradeço de forma particular a minha orientadora, Angela Tribuzy, agradeço cada detalhe vivido entre nós, à relação que criamos foi realmente de mãe e filho, obrigado por ser quem é, esse ser humano fantástico e coração grande e sensível para com o próximo. Um obrigado não basta, pois precisaria de muitos pra suprir o que fez por mim, te levarei no coração e guardarei tudo aquilo que me foi ensinado.

Não poderia deixar de agradecer ao pessoal do Núcleo de Pesquisa LACOM, Professor Antônio Gouveia, Professora Nataly por ter passado grandes ensinamentos e contribuído para minha vida acadêmica, a vocês o meu obrigado cheio de sinceridade.

E ainda estendendo os agradecimentos ao pessoal do Núcleo de Pesquisa, venho deixar meu obrigado recheado de alegria e diversão a Vilma, Vânia, Kauanne, Elizabeth, Érica e Laís, vocês são especiais. Agradeço de modo especial aos “meus” doutores: Maristela por me ensinar de tudo um pouco, você é mega especial; Isabelle, doce Isa, obrigado por ser esse ser humano fantástico, saiba que carrego um pouco de você; Anderson por seu bom humor inenarrável, tu é o cara; Bruno, meu grande parceiro, obrigado por contribuir positivamente com minha vida acadêmica. Agradeço por demais essa parceria e pelos grandes conselhos, carregarei todos comigo.

Agradeço de todo coração a Bianca e Julineide, sem vocês as coisas não seriam fáceis, tenho certeza disso. Obrigado pelo carinho e pelas palavras de conforto.

Obrigado imenso a Professora Doutora Patrícia Lessa por ceder a goma de cajueiro para elaboração do corante em pó natural, a sua ajuda foi indispensável.

Aos queridos mestres do CTDR, em especial a Fernanda Vanessa, João Paulo, Graciele, Alice, Cristiani, Adriana e Carolina, irei carregar um pouco de cada um na minha personalidade profissional, vocês contribuíram muito para minha formação.

Aos técnicos do CTDR, em especial a Claudia, te admiro muito, obrigado por me segurar quando estava caindo, você sempre me motiva ser um bom profissional. Agradecer pelas ajudas e “tiração” de sufoco, Zé Carlos, Herbert, Diego, Aline, Gis, Bosco, Erivelto e Vanessa, cada um tem lugar no coração, pois a alegria em ter vocês por perto para nos ajudar tornou a vida acadêmica mais leve. Agradeço a todos os funcionários terceirizados do CTDR, vocês são fantásticos, obrigado pelas conversas e pelo carisma distribuído a nós alunos.

Meu sincero obrigado!

“Então a nossa boca se encheu de riso e a nossa língua de cânticos. Então se dizia entre as nações: Grandes coisas fez o Senhor por eles. Sim, até aqui nos ajudou o Senhor, e por isso estamos alegres”. .

RESUMO

Oriunda do bioma da Caatinga, a gogoia (*Tacinga inamoena*) é uma cactácea reconhecida como fonte potencial de compostos bioativos, apresentando pigmentos naturais na casca de seus frutos, no estágio final de maturação. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo extrair pigmentos da casca dos frutos de gogoia utilizando solventes verdes e produzir corante natural em pó utilizando a goma de cajueiro como um agente coadjuvante de secagem para aplicação em sistemas alimentícios. Inicialmente foram investigadas as medidas físicas dos frutos *in natura* e, posteriormente, retirou-se a casca para avaliação colorimétrica utilizando os parâmetros fornecidos pelo sistema CIELab. A casca foi submetida ao processo de liofilização, contribuindo com a conservação e concentração dos componentes demonstrados através de análises físico-químicas. As análises físico-químicas: umidade, atividade de água, pH, acidez titulável total e sólidos solúveis totais, bem como o conteúdo de pigmentos, betalaína e carotenoides, foram realizadas na casca *in natura* e liofilizada. Foram preparados extratos utilizando proporção matéria-prima:solvente 1:10 (m/v), variando a concentração de etanol e com pH da solução constante em 6,6. Os extratos foram quantificados quanto ao conteúdo de betalaínas e carotenoides por método espectrofotométrico UV-vis e selecionado o que apresentou maior teor de pigmentos. Foram realizadas análises de atividade antioxidante pelo método do radical livre DPPH• (EC50), quantificação e identificação do perfil de fenólicos. O extrato selecionado foi concentrado em evaporador rotativo, adicionada a goma de cajueiro e submetido ao processo de liofilização. O corante em pó da casca de gogoia obtido foi avaliado quanto a coloração, através do sistema CIELab e caracterizado físico-quimicamente. O corante em pó foi aplicado em iogurte Tipo Grego tradicional em diferentes concentrações para comparação do potencial tintorial em relação à amostras comerciais deste produto. Os frutos apresentaram desuniformidades em suas características físicas analisadas, como variação de formato, peso, diâmetro e quantidade de sementes por fruto. As análises evidenciaram que a casca de gogoia é fonte de pigmentos naturais, como betalaínas e os carotenoides, prevalecendo o grupo das betalaínas, principalmente com maior teor de betaxantina. A casca *in natura* apresentou umidade superior a 80%, pH ácido (4,72) e acidez total titulável baixa, quando comparada com a casca liofilizada, foi observado aumento nos parâmetros sólidos solúveis totais e acidez, e o pH se manteve ácido (4,42). Quanto à cor, foram notados valores expressivos na coordenada colorimétrica b*, esta que evidencia a coloração amarela (+b*), observado nas amostras após o processo de secagem. O extrato selecionado, extraído com etanol 70% da casca de gogoia liofilizada, após sua concentração foi capaz de reagir com 50% do radical presente na solução de DPPH•, indicando ter atividade antioxidante (150,99 µg/mL) enquanto o teor de fenólicos totais foi de 154,07 g ácido gálico/100g de extrato seco de casca de gogoia. O perfil de compostos fenólicos identificou 14 compostos, sendo 8 ácidos fenólicos e 6 flavonoides, cujo destaque foi para o ácido 2,5 di-hidroxibenzoico e a rutina, como favonoide. A goma de cajueiro utilizada como veículo ao pigmento da casca de gogoia permitiu a obtenção de um corante natural, na forma em pó, com aspectos colorimétricos de um pó amarelo intenso. Foi observado uma fácil solubilização do corante em pó da casca de gogoia ao ser aditivado no iogurte tipo grego, apresentando resultados promissores como um possível substituinte do corante artificial utilizado em iogurte grego comercial sabor maracujá.

Palavras-chave: Corantes naturais; Pigmentos; Betalaínas; Carotenoides.

ABSTRACT

It originates from the Caatinga biome, the gogoia (*Tacinga inamoena*) is a cactus recognized as a potential source of bioactive compounds, presenting natural pigments in the bark of its fruits, in the final stage of maturation. In this context, the present study had the objective of extracting pigments from the peel of the gogoia fruits using green solvents and producing natural powder dye using the cashew gum as a coadjuvant drying agent for application in food systems. Initially the physical measurements of the fruits in natura were investigated and, later, the peel was removed for colorimetric evaluation using the parameters provided by the CIELab system. The bark was subjected to the lyophilization process, contributing to the conservation and concentration of the components demonstrated through physico-chemical analysis. The physico-chemical analyzes: moisture, water activity, pH, total titratable acidity and total soluble solids, as well as the content of pigments, betalain and carotenoids, were carried out in the in natura and lyophilized bark. Extracts were prepared using a raw material: solvent ratio of 1:10 (m / v), varying the concentration of ethanol and pH of the solution constant at 6.6. The extracts were quantified with respect to the betalain and carotenoid content by UV-vis spectrophotometric method and selected the one with the highest pigment content. Analyzes of antioxidant activity by free radical DPPH • (EC50), quantification and identification of the phenolic profile were performed. The selected extract was concentrated in a rotary evaporator, added to cashew gum and subjected to the lyophilization process. The powdered dye from the obtained gogoia bark was evaluated for staining through the CIELab system and physico-chemically characterized. The powder dye was applied to traditional Greek yoghurt in different concentrations for comparison of the tintorial potential in relation to commercial samples of this product. The fruits showed different physical characteristics, such as shape, weight, diameter and number of seeds per fruit. The analyzes showed that the gogoia bark is a source of natural pigments, such as betalains and carotenoids, with the betalains group predominating, mainly with a higher content of betaxanthine. The in natura peel had a moisture content higher than 80%, acid pH (4.72) and low total titratable acidity, when compared to the lyophilized peel, an increase in total soluble solids and acidity was observed, and the pH remained acidic (4. , 42). Regarding color, significant values were observed in the colorimetric coordinate b^* , which shows the yellow coloration ($+ b^*$) observed in the samples after the drying process. The selected extract, extracted with 70% ethanol from the lyophilized gogo bark, after its concentration was able to react with 50% of the radical present in the DPPH • solution, indicating to have antioxidant activity (150.99 $\mu\text{g} / \text{mL}$) while the content of total phenolics was 154.07 g Gallic acid / 100 g dry extract of gogoia bark. The profile of phenolic compounds identified 14 compounds, being 8 phenolic acids and 6 flavonoids, whose highlight was 2,5-dihydroxybenzoic acid and rutin, as flavonoid. Cashew gum used as a carrier to the gypsum bark pigment allowed to obtain a natural dye in powder form with colorimetric aspects of a bright yellow powder. An easy solubilization of the powdered dye from the gogoia bark was observed when it was added to the Greek type yogurt, showing promising results as a possible substitute for the artificial dye used in commercial yoghurt flavored passion fruit.

Keywords: Natural dyes; Pigments; Betalains; Carotenoids.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 – Bioma da Caatinga	17
Figura 2 – Gogoia (<i>Tacinga inamoena</i>)	18
Figura 3 – (a) e (b) Estrutura de ressonância da betalaína, (c) Estrutura básica da betacianina,	20
Figura 4 – Estruturas de carotenoides: (a) neurosporeno, (b) α -caroteno, (c) β -criptoxantina, (d) zeaxantina	23
Figura 5 – Diagrama de fluxo das etapas realizadas no estudo	28
Figura 6 – Localização do município de Picuí no estado da Paraíba	29
Figura 7 – (A) Casca <i>in natura</i> e (B) casca liofilizada de gogoia	38
Figura 8 – Corante natural em pó de gogoia	45
Figura 9 – Formulações do iogurte com o corante natural em pó de gogoia	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Atividade antioxidante total e conteúdo de fenólicos totais do extrato selecionado.	43
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Carotenoides, coloração e fonte produtora.	23
Tabela 2 – Condições e variáveis utilizadas para extração de betalainas e carotenoides da casca de gogoia.	34
Tabela 3 – Características físicas dos frutos de gogoia.	36
Tabela 4 – Análise colorimétrica das cascas de gogoia (<i>in natura</i> e liofilizada).	37
Tabela 5 – Análises físico-químicas das cascas de gogoia (<i>in natura</i> e liofilizada).	39
Tabela 6 – Pigmentos existentes na casca de gogoia <i>in natura</i> e liofilizada.	40
Tabela 7 – Pigmentos existentes nos extratos de gogoia.	41
Tabela 8 – Perfil de fenólicos do extrato selecionado para obtenção do corante natural em pó.	44
Tabela 9 – Caracterização do corante em pó natural.	45
Tabela 10 - Análise colorimétrica da aplicação do corante natural em pó no iogurte em diferentes concentrações.	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 OBJETIVO GERAL.....	16
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3.1 O BIOMA DA CAATINGA E AS CACTÁCEAS	17
3.2 GOGOIA (<i>Tacinga inamoena</i>)	18
3.3 PIGMENTOS NATURAIS	19
3.3.1 Betalaína.....	20
3.3.2 Carotenoides.....	22
3.4 CORANTES	25
3.5 AGENTES CARREADORES	26
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
4.1 MATERIAIS E REAGENTES	28
4.2 AQUISIÇÃO DO MATERIAL BOTÂNICO – GOGOIA (<i>Tacinga inamoena</i>)	29
4.3 CARACTERIZAÇÃO DO FRUTO <i>IN NATURA</i>	29
4.3.1 Caracterização física	29
4.4 CARACTERIZAÇÃO DA CASCA.....	31
4.4.3 Análises físico-químicas	31
4.5 QUANTIFICAÇÕES DOS PIGMENTOS DA CASCA E DOS EXTRATOS	32
4.5.1 Quantificação espectrofotométrica de carotenoides.....	32
4.5.2 Quantificação espectrofotométrica de betalaínas.....	32
4.6 COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO EXTRATO SELECIONADO	32
4.4.3 Atividade antioxidante pelo sequestro do radical livre DPPH•	32
4.4.4 Identificação e quantificação dos compostos fenólicos	33
4.7 OBTENÇÃO DO CORANTE NATURAL.....	34
4.8 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO CORANTE EM PÓ.....	34
4.8 APLICAÇÃO DO CORANTE NATURAL EM SISTEMA ALIMENTÍCIO	35
5. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	35
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
6.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA	36
6.2 ANÁLISE COLORIMÉTRICA	37

6.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA	38
6.4 QUANTIFICAÇÃO DE PIGMENTOS NAS CASCAS	40
6.5 QUANTIFICAÇÃO DE PIGMENTOS NOS EXTRATOS	41
6.6 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE, QUANTIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS	42
6.7 CARACTERIZAÇÃO DO CORANTE NATURAL EM PÓ	45
6.8 APLICAÇÃO DO CORANTE EM UM SISTEMA ALIMENTÍCIO	46
7 CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

A gogoia (*Tacinga inamoena*) é uma cactácea, nativa da região semiárida do Nordeste brasileiro, e se apresenta como fonte de betalaínas, carotenoides e compostos fenólicos, substâncias estas que se destacam por promover benefícios à saúde (DANTAS et al., 2016). Embora reconhecida como fonte de compostos bioativos são escassos os estudos desta espécie, principalmente quanto a extração e utilização de seus pigmentos.

Os hábitos alimentares vêm mudando, e isso é cada vez mais sentido pelas indústrias e pela comunidade científica. Esta última é fortemente incentivada a buscar alternativas que venham suprir a necessidade constante da população e também pela substituição de aditivos sintéticos por naturais (PRADO; GODOY, 2003), as quais conferem propriedades que podem ser refletida na saúde do indivíduo que as ingerem (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

A indústria alimentícia faz uso de uma variedade de corantes com funções de restaurar a cor dos alimentos, uma vez perdida no processamento e/ou para realçar a cor, deixando-os mais atrativos (BARROWS; LIPMAN; BAILEY, 2003; EL-WAHAB; MORAM, 2013). No entanto, a literatura científica reporta que o uso dos corantes sintéticos por um longo período, podem causar danos à saúde, apresentando efeitos adversos que provocam alergias e intoxicações, anemia, asma, neoplasia e demais enfermidades (EL-WAHAB; MORAM, 2013).

Os tecidos vegetais se apresentam como fontes de pigmentos naturais e esse processo é uma das características marcantes na bioquímica dessas estruturas, que é a conversão da clorofila até o pigmento natural de cada vegetal. Dentre esses pigmentos os carotenoides e as betalaínas ganham destaque, pois são cores atrativas que podem variar do vermelho ao amarelo (COULTATE, 2004; CHITARRA; CHITARRA, 2005; FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

As betalaínas juntamente com os carotenoides têm propriedades benéficas. À primeira classe de pigmento citada é conferida propriedades antioxidantes, capazes de reduzir a ação de radicais livres e atuando na prevenção de células cancerosas e doenças ligadas ao coração (GENGATHARAN; DYKES; CHOO, 2015). Por sua vez, os carotenoides possuem atividade pró-vitamina A, sendo o precursor, além de atividades similares quando comparadas as betalaínas, como atividade antioxidante e propriedades anticancerígenas (CONCEIÇÃO et al., 2017).

Contudo, os pigmentos naturais, por serem compostos instáveis frente a agentes como luz, oxigênio e etc. (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010), necessitam de técnicas que aumentam a sua estabilidade, como a adição de um agente carreador, com a função de aprimorar a solubilidade dos corantes naturais, facilitando o manuseio e favorecendo a estabilidade, fornecendo proteção adequada (HIGUERA-CIPARA et al., 2004).

Diante do exposto, o presente trabalho propôs a obtenção de um corante natural em pó a partir da casca de gogoia utilizando um agente carreador como coadjuvante de secagem, para aplicação em sistemas alimentícios.

2 OBJETIVO GERAL

- Desenvolver corante natural em pó a partir de casca de gogoia (*Tacinga inamoena*).

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a caracterização física do fruto de gogoia;
- Realizar a caracterização físico-química das cascas de gogoia *in natura* e liofilizada;
- Quantificar teor de betalaínas e carotenoides nas cascas do fruto;
- Obter extratos e quantificar o conteúdo de pigmentos naturais das cascas de gogoia;
- Avaliar a atividade antioxidante, quantificar e identificar os compostos fenólicos presentes no extrato selecionado para obtenção do corante.
- Aplicar um agente carreador, no extrato com maior conteúdo de pigmentos;
- Realizar caracterização físico-química do corante em pó;
- Aplicar o corante em pó da casca de gogoia em diferentes concentrações em iogurte tipo grego tradicional;
- Comparar colorimetricamente com iogurtes do tipo grego comerciais

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O BIOMA DA CAATINGA E AS CACTÁCEAS

O Brasil e sua longa extensão territorial detém uma grande variedade de espécies, seja vegetal ou animal. Por consequência, o país apresenta diversidade climática e do solo, favorecendo a ocorrência de inúmeras espécies, principalmente as vegetais, onde é possível observar variedade da flora pertencente a este bioma (OECD-FAO, 2015).

O Nordeste brasileiro compreende 18% do território nacional e nele há uma abrangência de ecossistemas que são importantes, citando a Caatinga, que é um bioma exclusivo do Brasil, este bioma possui biodiversidade que se adapta a condições de temperatura elevada e com baixos índices de chuva, por ser exclusivo, grande parte da atividade biológica não pode ser encontrada em outro lugar. (SCHOBER, 2002).

O bioma da Caatinga (Figura 1) é representando por espécies vegetais, desde espécies lenhosas (Euforbiáceas e Fabaceae) às não lenhosas (Poaceae e Cactáceas) (LUCENA, 2012). Algumas espécies encontradas no bioma da Caatinga têm valor econômico, ornamental e forrageira e as mais frequentes encontradas são: *Cereus jamacaru* (mandacaru), *Pilosocereus gounellei* (xique-xique) e *Melocactus bahiensis* (coroa de frade), as quais apresentam características próprias (anatomia e fisiologia) e, por conta dessas peculiaridades, se adaptam ao clima proposto pelo bioma (BARBOSA, 2011).

Figura 1 – Bioma da Caatinga



Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2016).

As cactáceas crescem sob condições de estresse ambiental e têm desenvolvido sistemas de defesa baseado em compostos fitoquímicos, como alcaloides, flavonoides, terpenos, e taninos, substâncias com notáveis atividades biológicas, dessa forma apresentando características próprias do local de desenvolvimento (HARLEV et al., 2012). O Brasil é considerado por autores como um centro de diversas espécies de cactáceas, alcançando

aproximadamente 200 espécies (SOUZA; LORENZI, 2005), sendo a maioria destas endêmicas do bioma da Caatinga (TAYLOR; ZAPPI, 2004; ZAPPI, 2015).

Os incentivos no âmbito de pesquisas científicas a cerca da vegetação do Brasil, em especial às frutas nativas, são cada vez mais frequentes, pois o clima semiárido é tipicamente brasileiro, fazendo assim uma das características principais no conteúdo químico dessas frutas. A literatura reporta os efeitos benéficos dos fitoquímicos naturais presentes nesses vegetais (OLIVEIRA et al., 2010).

3.2 GOGOIA (*Tacinga inamoena*)

A gogoia (*Tacinga inamoena*) é um fruto de cactácea nativo do semiárido (DANTAS et al., 2016) (Figura 2), popularmente denominado de cumbeba, quipá ou palmatória-miúda. O fruto é amplamente distribuído na região Nordeste e com ocorrência no norte do estado de Minas Gerais e em áreas do Cerrado brasileiro (MEIADO et al., 2012; TAYLOR et al., 2015).

Figura 2 – Gogoia (*Tacinga inamoena*)



Fonte: Acervo do Autor (2018).

Com características próprias, a gogoia é um fruto do tipo baga não climatérica, com coloração que varia do amarelo ao laranja e porção basal avermelhada ou toda vermelha fosca, suas medidas físicas podem variar em torno de 3 a 4 cm (diâmetro longitudinal) / 2,4 a 3,5 cm (diâmetro transversal), suas sementes de cor amarronzadas estão dispersas ao longo da polpa suculenta e translúcida envolta de uma camada carnosa, sua parte externa são compostas por espinhos de celulose quase que imperceptível a olho nu dos quais são extremamente irritantes em contato com a pele e de difícil remoção (ANDRADE, 1989; SOUZA 2007; NASCIMENTO 2015; LIMA 2016).

Os frutos de gogoia e os cladódios são utilizados pela população local para alimentação de animais, porém em períodos em que a população se encontra com poucos

recursos (financeiros, falta de recurso hídrico) são utilizados para complementação da alimentação (SOUZA, 2007). Há poucos estudos constatando o seu potencial como alimento, características físicas, físico-químicas, sensoriais e a existência de compostos bioativos (SOUZA, 2007; DANTAS et al., 2016; SOUSA, 2017).

Uma característica marcante nos frutos de gogoia é sua coloração, onde ao longo da sua maturação a clorofila vai cedendo espaço para os pigmentos próprios da espécie, esse processo bioquímico é naturalmente realizado em alguns tecidos vegetais, em que consiste a solubilização da clorofila e os pigmentos característicos do fruto vão surgindo com a maturação (CHITARRA; CHITARRA, 2005), em estudos comprovados por Dantas e colaboradores (2016) e por Sousa (2017) mostraram o potencial da gogoia quanto ao acúmulo de carotenoides presente na casca após sua maturação finalizada.

Outro pigmento encontrado na casca da gogoia é a betalaína, do qual possui caráter hidrossolúvel, diferentemente dos carotenoides. Esses dois pigmentos são encontrados em maior porção na casca em relação à polpa (DANTAS et al., 2016). Rodríguez-Sánchez et al. (2017) e Betancourt et al. (2017), afirmam que em frutos de cactáceas cuja cor amarela predomina é o pigmento indicaxantina (sub classe das betalaínas).

Dantas e colaboradores (2016) ressaltam a importância de mais estudos a respeito do comportamento químico da gogoia, pois notaram que o avanço da maturação do fruto ganha relevante quantidade de compostos bioativos com alta atividade antioxidante.

Vertentes de pesquisas têm impulsionado cada vez mais explorar o potencial das cactáceas, entre esses potenciais se destaca o tecnológico, confirmado em estudo recente realizado por Dionísio (2017) que averiguou o potencial tecnológico da gogoia, onde foi extraída a mucilagem, carboidrato de característica gelatinosa onde pode ser agregada a produtos alimentícios para que haja um ganho no seu volume, desta forma podendo ser agregado a outras matrizes alimentares processadas.

Tendo em vista as características da gogoia e pouco estudo apresentado pela literatura científica se faz necessária à inserção de mais dados, como também avaliar outras características que não foram estudadas, como por exemplo, a extração de pigmentos naturais advindos da casca de gogoia, com sua coloração relevante no estágio final de maturação.

3.3 PIGMENTOS NATURAIS

Os pigmentos são substâncias bioativas predominantes de tecidos vegetais, essa classe de substâncias se encontram presentes em organismos, sendo no reino vegetal são os maiores

sintetizadores, podem ser notadas em suas estruturas, como as folhas, frutos, vegetais e flores, assim como também em microrganismos (SCHIOZER; BARATA, 2007).

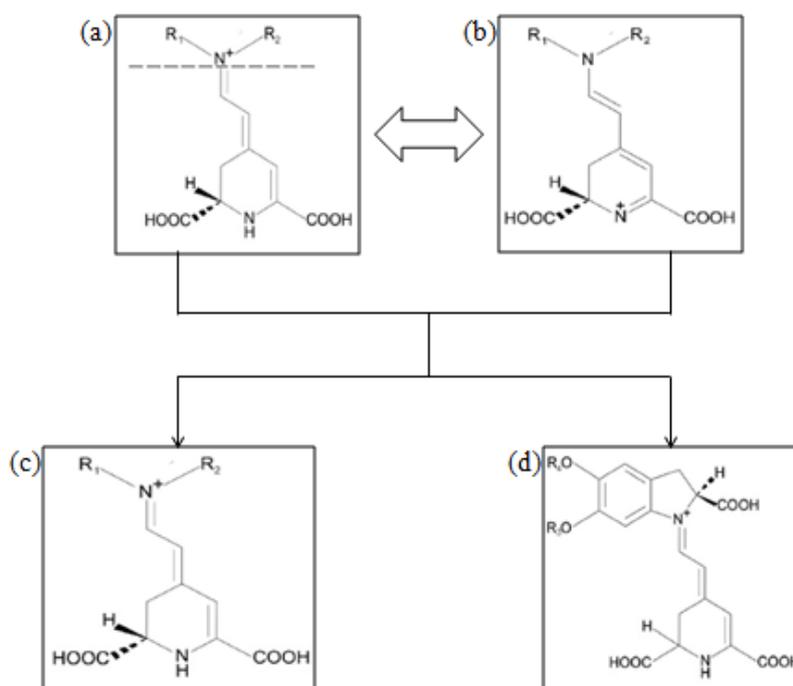
Além de conferir coloração a estruturas vegetais, possuem atividade biológica notável e são atribuídas funções importantes, como atividade antioxidante, propriedades anti-câncer, precursores de vitaminas entre outros benefícios (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

3.3.1 Betalaína

De origem natural, a betalaína é uma classe de pigmentos derivados do ácido betalâmico, são substâncias nitrogenadas e apresentam natureza hidrossolúvel. Podem ser encontradas em plantas e em fungos basidiomicetos dos gêneros *Amanita* e *Hygrophorus*, cuja coloração pode variar do vermelho, representado pelas betacianinas, ao amarelo que é representado pelas betaxantinas (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010; GONÇALVES et al., 2014; GÜNEŞER, 2016; CLIFFORD et al., 2017).

As classes de betalaínas (Figura 3) representadas pelas betacianinas (vermelho) e pelas betaxantinas (amarelo) são distintas estruturalmente, onde as betacianinas são produtos da condensação entre o ácido betalâmico e derivados do ciclo-DOPA glicosilada e possuem absorção em 540 nm. As betaxantinas são oriundas da ligação do ácido betalâmico com aminoácidos e a sua absorção fica entre 460 a 480 nm (GANDÍA-HERRERO; ESCRIBANO; GARCÍA-CARMONA, 2010; GONÇALVES et al., 2014).

Figura 3 – (a) e (b) Estrutura de ressonância da betalaína, (c) Estrutura básica da betacianina, (d) Estrutura básica da betaxantina



Fonte: GENGATHARAN, DYKES e CHOO (2015) apud DELGADO-VARGAS et al. (2000).

A matriz vegetal da qual é fonte de grande conteúdo de betalainas e a mais comum é a beterraba vermelha (*Beta vulgaris* L.), cujos principais componentes encontrados são as betaninas e as isobetatinas. Além da beterraba vermelha, existem outras fontes de betalainas e ocorrem exclusivamente na ordem Caryophyllales, composta por 35 famílias (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010; GANDÍA-HERRERO; ESCRIBANO; GARCÍA-CARMONA, 2010; GONÇALVES et al., 2015; SANTOS, 2017).

Além do papel de conferir pigmentação que varia do vermelho ao amarelo, as betalainas desempenham papel importante quando ingeridas, por apresentarem propriedades funcionais, tais funções estão descritas por diversos autores na literatura científica. A betanina possui atividade sequestrante do radical DPPH• três vezes maior do que a vitamina C, sendo esse pigmento considerado um antioxidante natural (CAI et al., 2003; BORKOWSKI, 2005; GENGATHARAN; DYKES; CHOO, 2015).

Outra atividade funcional conferida a esse pigmento natural é a propriedade anti-câncer, devido ao potencial sequestrante de radicais livres, dessa forma atuando na prevenção de células cancerígenas e também de doenças cardiovasculares (GENGATHARAN; DYKES; CHOO, 2015). Estudos promovidos por Zou e colaboradores (2005) comprovaram que betalainas de frutos *Opuntia fícus* obteve retenção de células cancerosas, e, além disso, extratos desse mesmo fruto obteve efeito inibitório de forma significativa em câncer de ovário, equiparando-se a quimioterápicos sintéticos.

Constando efeitos benéficos e por propriedades de pigmentação, o uso das betalaínas como corante ainda é um grande obstáculo para a indústria de alimentos, devido a sua instabilidade, porém, quando devidamente bem manipulada, a sua utilização de forma pura nos alimentos e em baixas quantidades, tornando-se viável em detrimento a outros pigmentos naturais (SCHIOZER; BARATA, 2007).

Para as betalaínas alguns fatores devem ser levados em consideração para que sejam mantidos a estabilidade, como controle da: exposição à luz, atividade de água, temperatura e, principalmente, variação de pH (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010; RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ; VICTORIA; BARRAGÁN-HUERTA, 2017). O pH é fator determinante para manutenção da cor desejada, pois ocorrendo variação do mesmo poderá obter coloração diferenciada. A literatura reporta a utilização das betalaínas como indicador ácido base (CUCHINSKI; CAETANO; DRAGUNSKI, 2010).

Outros fatores agregam um conjunto de circunstâncias que levam a degradação das betalaínas. Quando submetido a um processamento pelo calor, as betalaínas podem gerar outros produtos que podem ser reversíveis ou não. O oxigênio juntamente com a presença de luz são fatores de grande impacto, pois levam a perda da coloração do pigmento. Em presença de oxigênio a betalaína pode se degradar em uma cinética de primeira ordem. A luz contribui para degradação das betalaínas, mas essa situação pode ser evitada utilizando ácidos, como o ascórbico e isoascórbico, melhorando sua estabilidade frente à luz (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

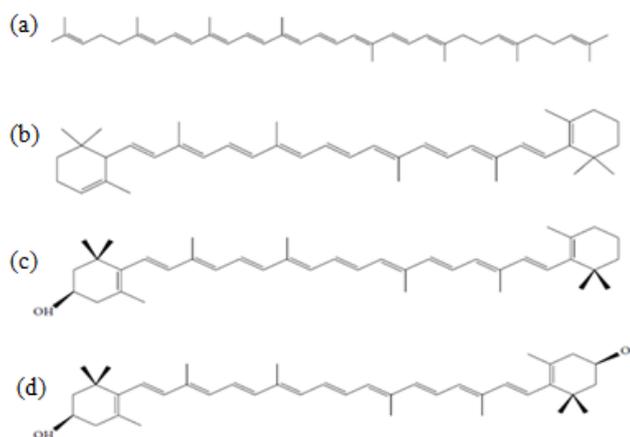
3.3.2 Carotenoides

O nome carotenoides é uma variação do nome científico da cenoura (*Daucus carote* L.) (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007), são compostos lipofílicos, amplamente distribuídos na natureza e possuem pigmentação característica que pode variar do amarelo ao vermelho (FERREIRA, 2017), com exceção do fitoeno e fitoflueno, dos quais são incolores (MESQUITA; TEIXEIRA; SERVULO, 2017). É estimado que a produção anual deste composto seja por volta de 100 milhões de toneladas (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

Com mais de 700 estruturas de carotenoides identificadas (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010) elas são divididas em dois grupos estruturais: os carotenos, que possuem em sua estrutura hidrogênios e carbonos (hidrocarbonetos) e as xantofilas, que

contém oxigênio (COULTATE, 2004; FERREIRA, 2017; MESQUITA; TEIXEIRA; SERVULO, 2017). A figura 4 apresenta algumas dessas estruturas.

Figura 4 – Estruturas de carotenoides: (a) neurosporeno, (b) α -caroteno, (c) β -criptoxantina, (d) zeaxantina



Fonte: HANDBOOK, 2004 apud MEZZOMO; FERREIRA, 2016, com adaptações.

Esse pigmento pode ser encontrado em vários seres vivos, que compreendem desde microrganismos, bactérias, fungos, algas, e plantas superiores que possuem a capacidade de produzir estes pigmentos (FONTANA, 2000). Além destas fontes, alguns animais podem acumular carotenoides através da alimentação a qual são submetidos, como pescados em geral e aves (VALDUGA, 2009). Na tabela 1 foram elencados algumas fontes produtoras e os principais carotenoides produzidos.

Tabela 1 – Carotenoides, coloração e fonte produtora.

Carotenoide	Cor	Fonte Produtora	Citação
Astaxantina	Vermelha	<i>Xanthophyllomyces dendrorhous</i>	(VALDUGA, 2009)
Bixina	Laranja	<i>Bixa orellana</i>	(DOWNHAM, 2000)
Cantaxantina	Laranja	<i>Haematococcus pluvialis</i>	(MULDERS, 2014)
β – caroteno	Laranja	<i>Malpighia glabra</i>	(RODRIGUEZ, 2008)
Luteína	Amarela	<i>Chlorella sorokiniana</i>	(MULDERS, 2014)

Fonte: (MESQUITA; TEIXEIRA; SERVULO, 2017, com adaptações).

Uma das principais características dos carotenoides na dieta de humanos e de outros animais é a possibilidade de serem precursoras da vitamina A (CONCEIÇÃO et al., 2017), essa conversão é realizada no intestino, onde é convertido em retinal e logo em seguida a

retinol (vitamina A), é transportada e armazenada no fígado (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010; MESQUITA; TEIXEIRA; SERVULO, 2017). É reportado também que a ingestão desse componente possui efeitos antioxidantes, onde ocorre uma interação com espécies reativas de oxigênio, tornando um supressor de radicais livres (LUTEROTTI et al., 2013).

Os benefícios dos carotenoides ao ser humano vão além da função de suprimir radicais livres, eles atuam na inibição de úlceras gástricas, alguns tipos de doenças de pele, no aumento da resposta imunológica e em determinadas infecções (AQUINO et al., 2009). Também são reportados na literatura os efeitos na diminuição do risco de doenças degenerativas, como: doenças cardiovasculares, alguns tipos de câncer, catarata, degeneração macular (VALDUGA et al., 2009) e na inibição no processo de oxidação da lipoproteína de baixa densidade (LDL) (CONCEIÇÃO et al., 2017).

Com o melhor acesso a informações nos dias atuais, se tem dado bastante enfoque a substâncias naturais, isso tem motivado a substituição de compostos artificiais, dentre elas podemos citar os corantes, já é bastante reportado que o consumo de corantes artificiais podem causar efeitos danosos a saúde (MESQUITA; TEIXEIRA; SERVULO, 2017).

Cada vez mais as indústrias têm se empenhado para elaboração de novos produtos a partir de substâncias naturais, como, por exemplo, os carotenoides que podem ter aplicação em diversas indústrias, dentre algumas podemos citar: alimentação, rações, fármacos e cosméticos (CONCEIÇÃO et al., 2017; MESQUITA; TEIXEIRA; SERVULO, 2017). A utilização dos carotenoides vai além de aplicação de pigmentação em produtos, mas também pelos efeitos que possuem ao organismo, como ação antioxidante, atividade pró-vitamina A e no auxílio de doenças degenerativas, desse modo agregando valor e enriquecendo produtos alimentícios (FERREIRA, 2017).

O emprego de carotenoides na alimentação de aves e pescados é bastante comum, o objetivo é realçar a coloração das gemas dos ovos. Os carotenoides mais utilizados para realçar a pigmentação são as xantofilas, pois as mesmas são absorvidas e acumulam no organismo, as mais utilizadas para esse fim são: luteína, criptoxantina, zeaxantina, sendo a cantaxantina a mais utilizada devido a sua alta eficiência (BREITHAUPT, 2007). Na indústria alimentícia os carotenoides mais usados são: astaxantina, ataxantina, β -caroteno, licopeno, bixina e norbixina (ambos presentes em extrato de urucum) (HAMERSKI, 2013).

Devido à natureza insaturada das estruturas dos carotenoides, estes possuem facilidade para oxidação, ocasionando uma perda de coloração, quando o pigmento se encontra fora dos tecidos vegetais. Desse modo, os carotenoides por ocasião do processo de extração encontram-se facilmente sujeitos a essas alterações, além de outro fato que contribui para o

processo de degradação é o seu armazenamento em solventes orgânicos, que costumam acelerar a decomposição. Quando essas estruturas se são expostas a tratamentos térmicos, contatos prolongados a iluminação, solventes orgânicos, tratamento com ácidos, os carotenoides estão propensos a reações de isomerização, criando estruturas trans, mas são relatados uma maior estabilidade ao armazenamento em detrimento a outros pigmentos (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

3.4 CORANTES

A coloração nos alimentos é um dos atributos essencial na escolha do consumidor, mas também funciona como indicador de qualidade (COULTATE, 2004; CHITARRA; CHITARRA, 2005; LERMEN et al., 2015). Segundo Lermen e colaboradores (2015), os seres humanos usam 87% da visão para aceitar como padrão de qualidade algum produto alimentício.

Segundo a Resolução CNNPA nº 44, de 1977, os corantes são definidos como substâncias ou mistura de substâncias que possuem a capacidade de atribuir ou realçar as cores de um determinado alimento. E sua classificação pode ser: orgânico natural, orgânico sintético, artificial, orgânico sintético idêntico ao natural, inorgânico, caramelo e o caramelo obtido por processo contendo amônia.

A classe de corantes artificiais são aditivos que não possuem valor nutricional, são adicionados aos alimentos com intuito de atribuir cor, deixando-o mais atrativo ao consumidor (PRADO; GODOY, 2009). É bastante habitual o uso de corantes sintéticos alimentícios pelas indústrias, isso devido a sua alta estabilidade quando comparado com os corantes naturais. Suas propriedades de conferir cor em alimentos agregam ao produto uma uniformidade, redução de custos na produção e um aumento na estabilidade (EL-WAHAB; MORAM, 2013). A literatura científica reporta efeitos tóxicos quando o uso é prolongado, acarretando alguns efeitos como: indigestão, anemia, reações alérgicas, tumores e neoplasias (PRADO; GODOY, 2009).

Para amenizar o uso de substâncias sintéticas, a utilização de produtos advindos de matrizes naturais, vem ganhando destaque cotidianamente. Os corantes naturais são obtidos através de matéria-prima encontrados na natureza, variando as características químicas, com funções como conferir ou realçar a cor dos produtos que se desejam aplicar (CHR, 2011).

Diferentemente dos corantes sintéticos, os naturais são ditos como seguros. Esses corantes além de conferir cor aos alimentos, podem também agregar de forma positiva a

composição química, enriquecendo com compostos funcionais e tornando mais atrativo ao consumidor. Porém existem grandes entraves na indústria de alimentos a respeito do uso de corantes naturais, devido à estabilidade relativamente baixa e por possuir pouca disponibilidade de cor, desse modo inviabilizando o uso (CHET, 2009).

Na natureza existem várias classes de pigmentos naturais e muitas delas sendo assistidos pela comunidade científica. Os vegetais são fontes desses pigmentos, dos quais pode ser citados as clorofilas, carotenoides, antocianinas e as betalaínas. Estes pigmentos possuem alta atividade biológica variada e podem beneficiar a saúde do indivíduo que o consome (GRANDÍA-HERRERO; ESCRIBANO; GARCÍA, 2005; FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

3.5 AGENTES CARREADORES

Para o aprimoramento da solubilidade e estabilidade dos pigmentos naturais são utilizados materiais poliméricos que apresentem características emulsificantes, com capacidades de formação de filmes, que seja biodegradável, apresentem baixa absorção de umidade e que se mantenham resistentes ao trato gastrointestinal (GRAVES; WEISS, 1992; CONSTANT, 1999). A utilização desses materiais é pelo motivo da instabilidade dos pigmentos naturais, com isso, a agregação dessas substâncias bioativas a esses materiais é viável, pois pode aumentar a estabilidade, prolongar a vida de prateleira e melhorar o manuseio do pigmento (HIGUERA-CIAPARA, 2004).

Os agentes carreadores são de origem diversa, podem ser carboidratos, como a goma arábica, maltodextrina ou outros amidos, assim como serem de origens proteicas e lipídicas ou combinações entre essas matrizes. Os mais utilizados como agente veículo são os amidos, porém, deve ser avaliado o material mais adequado em virtude da natureza da substância a ser agregada para que não ocorram perdas, assim como, alterações químicas e/ou oxidativas. (BOTREL et al., 2012).

A literatura científica reporta a utilização frequente como material de parede a goma arábica, material polimérico bastante utilizado na tecnologia de secagem por pulverização ou atomização (spray drying) (BOTREL et al., 2012). No entanto, apresenta alto custo na aquisição e disponibilidade limitada (KRISNAN; KRISHIRSAGAR; SINGHAL, 2005; KANAKDANDE; BHOSALE; SINGHAL, 2007).

A maltodextrina se apresenta como agente carreador utilizado para proteger substâncias que são facilmente degradadas por fatores adversos. A literatura reporta o uso em

estudos com antocianinas de açafão e açáí (CONSTANT, 2003; KHAZAEI et al., 2014). Este agente carreador foi classificado por Constant (2003) como eficiente, uma vez que não houve grandes alterações nas coordenadas colorimétricas no teste de estabilidade, a qual foi avaliada a fixação do corante antociânico em sistemas alimentícios.

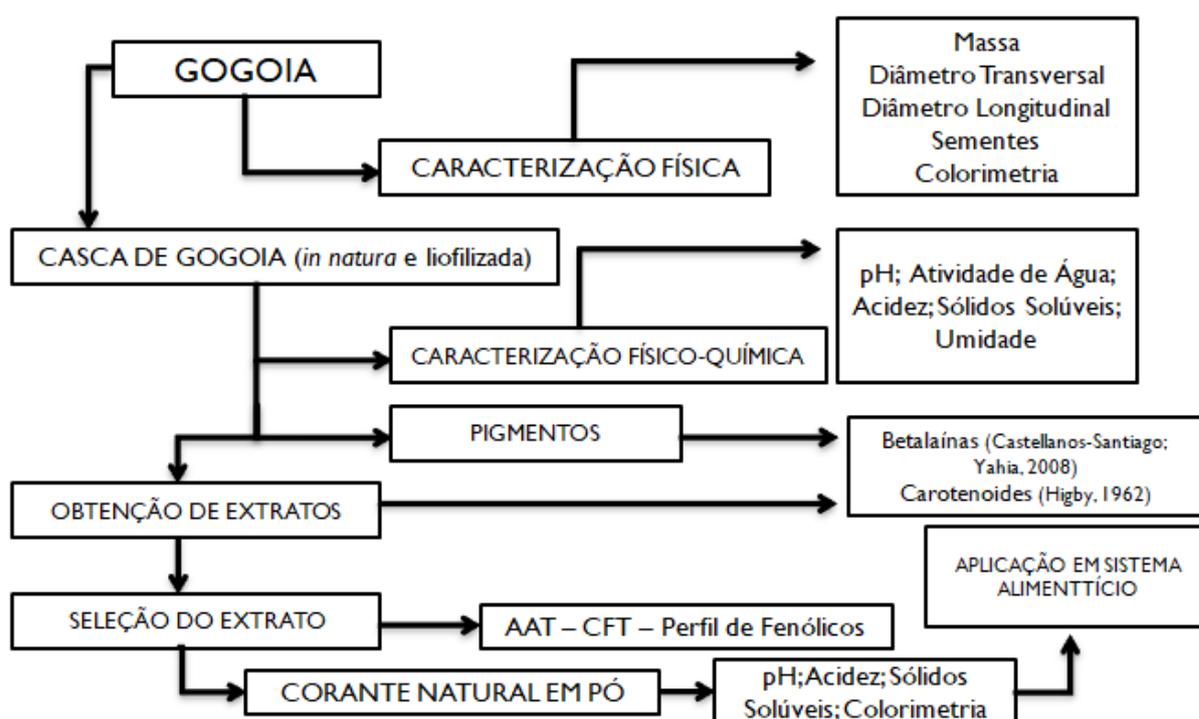
O emprego da maltodextrina é citado como vantajoso, pois se apresenta com baixo custo e acessível e com características sensoriais que favorecem a sua utilização. Apresenta aroma e sabor neutro, é considerada com baixa viscosidade e concede a substância carreada proteção de sabores e contra oxidação (KRISNAN; KRISHIRSAGAR; SINGHAL, 2005).

Outro material polimérico que ganha destaque por ser obtido de fonte natural é a goma de cajueiro, possui solubilidade em meio aquoso e lhe é conferida grande potencial de industrialização (OLIVEIRA, 2007; MENDES, 2012). A obtenção da goma de cajueiro é a partir do exsudado produzido por incisão transversal no córtex da *Anacardium occidentale*. Com características anfifílicas, este biopolímero possui grupos de cabeça polares e caudas hidrofóbicas não polares, é precipitada em solventes orgânicos como o álcool etílico. Sua composição apresenta por volta de 70% de galactose, 11% de glucose, 6% de ácido glucurônico, 5% arabinose, 4% ramnose e 1% de manose (PORTO; CRISTIANINI, 2014; SAFINYA; EWERT, 2012).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Alimentos (LAFQ/CTDR/UFPB) e no Laboratório de Operações Unitárias (LOU/CTDR/UFPB), ambos pertencentes ao Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR), e no Núcleo de Pesquisa e Extensão – Laboratório de Combustíveis e Materiais (NPE-LACOM/UFPB). A figura 5 apresenta as etapas realizadas no presente estudo.

Figura 5 – Diagrama de fluxo das etapas realizadas no estudo



Fonte: Próprio Autor (2018).

4.1 MATERIAIS E REAGENTES

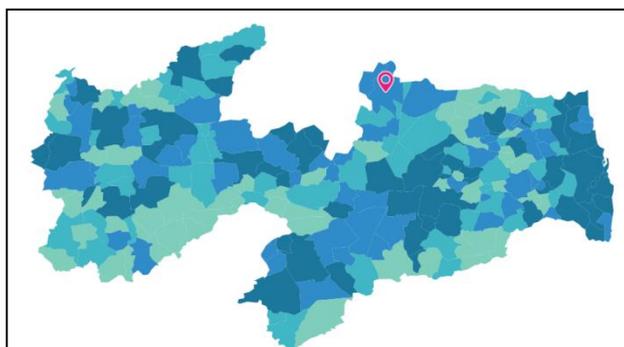
Os reagentes DPPH• (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) e os padrões de ácido gálico e ácidos fenólicos: ácido 3,4 dihidroxibenzoico (protocatequímico), 4 hidroxibenzoico, salicílico, siríngico, ácido 2,5 dihidroxibenzoico (gentísico), vanílico, elágico, p-cumárico, sinápico, trans-cinâmico, caféico e ferúlico e flavonoides: rutina, miricetina, quercetina, naringina, kaempferol, catequina, hesperetina e crisina foram adquiridos da Sigma-Aldrich (Sigma Co., USA). O reagente Folin-Ciocalteu foi adquirido da Merck. O solvente álcool etílico (EtOH) de grau analítico foi obtido da Química Moderna. O metanol e acetonitrila grau

HPLC foram adquiridos da J.T. Baker (Phillipsburg, USA). A água ultrapura foi adquirida do equipamento Purelab (Elga). A goma de cajueiro foi gentilmente cedida pela Universidade Federal do Sergipe, através da Prof.^a Dr.^a Patrícia Lessa. As amostras comerciais de iogurte tipo grego de sabor descrito natural, abacaxi e maracujá foram adquiridas no mercado local de João Pessoa.

4.2 AQUISIÇÃO DO MATERIAL BOTÂNICO – GOGOIA (*Tacinga inamoena*)

O fruto de cactácea gogoia (*Tacinga inamoena*) foi coletado no mês de janeiro do ano de 2018, no município de Picuí – PB, localizado a 240 km da capital João Pessoa, a 509 metros de altitude e demarcado geograficamente através das seguintes coordenadas: Latitude: -06°30'21,0" Sul, Longitude: -36°20'03,0" Oeste (Figura 6), pertencente ao bioma da Caatinga e clima semiárido (IBGE, 2010). Após coleta, os frutos foram separados levando-se em consideração a coloração visual. Os frutos selecionados para este trabalho foram os que apresentaram estágio de maturação finalizado, que em seguida, para o despulpamento manual e armazenamento sob congelamento ($-18 \pm 2^{\circ}\text{C}$) até a sua utilização.

Figura 6 – Localização do município de Picuí no estado da Paraíba



Fonte: IBGE (2000)

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO FRUTO *IN NATURA*

4.3.1 Caracterização física

Os frutos foram escolhidos de forma aleatória no lote que apresentava grau de maturação finalizado para a determinação das características físicas. Foi levado em consideração o peso total dos frutos coletados, a partir deste peso foi recolhida a amostragem

de 10% e foram procedidas as análises. A amostragem deve conter entre 5 a 10% da massa total da amostra a ser analisada (CECCHI, 2003), deste modo, foram escolhidos 50 frutos para as determinações físicas.

4.3.1.1 Massa dos frutos

Foi obtida a massa individual de cada fruto, deste modo obtendo um valor médio e expresso em gramas (g). Para essa determinação foi usada uma balança analítica digital da marca Shimatzu AY220.

4.3.1.2 Diâmetro longitudinal e transversal

Utilizando um paquímetro digital da marca Max 150 mm inox, foram aferidas as medidas do diâmetro longitudinal e transversal dos frutos, onde foi obtida a média e expressa em milímetros (mm).

4.3.1.3 Sementes

Com o auxílio de uma pinça e espátula, as sementes foram separadas de forma manual da polpa e devidamente quantificadas, em seguida foi obtida a média e os resultados expressos em unidade de sementes por fruto.

4.3.1.4 Colorimetria

A cor instrumental das amostras foi determinada com colorímetro eletrônico de marca GRETAG MACBETH, modelo COLOR-EYE 2180, através da escala CIE Lab, obtendo-se os valores de L^* (luminosidade (claro/escuro)); a^* (cromaticidade no eixo da cor verde (-) para vermelha (+)); b^* (cromaticidade no eixo da cor azul (-) para amarela (+)). Foram avaliados também os parâmetros c^* (chroma) que representa a saturação (0° no centro, aumentando de intensidade à medida que se distancia desse) e h^* (hue) que representa ângulo de tonalidade (Iniciando em 0°, que seria $+a^*$ (vermelho), 90° seria $+b^*$ (amarelo), 180° seria $-a^*$ (verde) e 270° seria $-b^*$ (azul)).

4.4 CARACTERIZAÇÃO DA CASCA

As cascas de gogoia foram caracterizadas nas formas *in natura* e liofilizada.

4.4.3 Análises físico-químicas

4.4.3.1 Potencial Hidrogeniônico

O pH foi determinado pelo método potenciométrico, calibrando-se o potenciômetro da marca Even modelo pHs/3s com as soluções tampão pH 4,0 e pH 7,0, conforme o método 017/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.4.3.2 Atividade de água

As amostras foram analisadas por leitura direta no termo-higrômetro de marca AQUALAB CX2 (Decagon Devices, USA), com temperatura controlada de $25,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$.

4.4.3.3 Acidez Titulável Total

A acidez titulável total (ATT) foi determinada pelo método de titulação potenciométrica com NaOH 0,1M conforme método 311/IV proposto pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), determinando o ponto de equivalência pela medida do pH da solução (8,2 – 8,4). O resultado foi expresso em g Equiv. de ácido cítrico/100g de amostra (312/IV).

4.4.3.4 Sólidos Solúveis Totais

A determinação do teor de sólidos solúveis totais foi realizada fazendo uso de um refratômetro portátil INSTRUTHERM, modelo RTA-50, com escala de 0 a 40 °Brix, de acordo com o método 315/IV proposto pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O resultado foi expresso em °Brix.

4.4.3.5 Umidade

Foi realizada a determinação do teor de umidade de acordo com método gravimétrico, com secagem direta em estufa a vácuo da Tecnal, modelo TE-395 a 105°C até peso constante,

de acordo com o método 012/IV proposto pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Os resultados foram expressos em porcentagem de umidade da amostra.

4.5 QUANTIFICAÇÕES DOS PIGMENTOS DA CASCA E DOS EXTRATOS

4.5.1 Quantificação espectrofotométrica de carotenoides

O método de Higby (1962) foi utilizado para determinação de carotenoides, usando um espectrofotômetro UV-Vis da Shimadzu modelo UV-2550 (Kyoto, Japão), quantificado por absorvância no comprimento de onda 450 nm e expressos em $\mu\text{g} \cdot 100.\text{g}^{-1}$.

4.5.2 Quantificação espectrofotométrica de betalainas

O conteúdo de betalainas foi quantificado por absorvância no comprimento de onda de 483nm (betaxantina) e 538nm (betacianina), segundo metodologia descrita por Castellanos-Santiago e Yahia (2008), utilizando espectrofotômetro UV-Vis da Shimadzu modelo UV-2550 (Kyoto, Japão). As concentrações de betaxantina e a betacianina foram calculadas usando a Equação 1, e somadas para determinar o total de betalainas.

$$B = \frac{A \times FD \times PM \times V}{\epsilon \times P \times C} * 1000 \quad \text{Eq. 1}$$

Onde B representa conteúdo de betaxantina e betacianina ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$) determinado utilizando indicaxantina e betanina, respectivamente, como referência; A é a absorvância; FD é o fator de diluição; PM é o peso molecular: 550 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ para betanina e 308 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ para a indicaxantina; V é o volume do extrato (mL); ϵ é o coeficiente de extinção molar (60.000 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ para betanina e 48.000 para a indicaxantina); C é o comprimento do percurso óptico (1 cm).

4.6 COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO EXTRATO SELECIONADO

4.4.3 Atividade antioxidante pelo sequestro do radical livre DPPH•

O método mais utilizado consiste em avaliar a atividade sequestradora do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazila - DPPH• (SILVA et al., 2005; CAPECKA; MARECZEK; LEJA, 2005; LEE et al., 2008; GHASEMZADEH; JAAFAR; RAHMAT, 2011), de coloração púrpura que absorve no comprimento de onda a 515 nm. Por ação de um antioxidante ou uma espécie radicalar, o DPPH• é reduzido formando difenil-picril-hidrazina, de coloração amarela, com conseqüente desaparecimento da absorção, podendo a mesma ser monitorada pelo decréscimo da absorbância. A partir dos resultados obtidos determina-se a porcentagem de atividade antioxidante (%AA) ou sequestradora de radicais livres e/ou a porcentagem de DPPH• remanescente no meio reacional, que corresponde à quantidade de DPPH• consumida pelo antioxidante. A utilização de várias concentrações da amostra é necessária para determinar a quantidade de antioxidante necessária para decrescer a concentração inicial de DPPH• em 50% é denominada concentração eficiente (CE50), também chamada de concentração inibitória (CE50). Quanto maior o consumo de DPPH• por uma amostra, menor será a sua CE50 e maior a sua atividade antioxidante (BRAND-WILLIAMS et al., 1995).

4.4.4 Identificação e quantificação dos compostos fenólicos

As análises cromatográficas foram realizadas em um cromatógrafo líquido de alta eficiência (CLAE) Shimadzu (Kyoto, Japão), equipado com um injetor automático Rheodyne 7125i e um detector UV-vis. As colunas utilizadas foram uma coluna Shimadzu LC-18 (25 cm x 4,6 mm, 5 µm particle size, da Supelco, Bellefonte, PA) e uma pré-coluna C-18 ODS Shimadzu. Para a identificação dos compostos fenólicos, as amostras foram eluídas com um sistema gradiente que consiste em solvente A (2% ácido acético, v/v) e solvente B (acetonitrila:metanol, 2:1, v/v), utilizados como fase móvel, com um fluxo de 1 mL/min. A temperatura da coluna foi mantida a 25 °C e o volume de injeção foi de 20 µL. O sistema de gradiente iniciou-se a partir de 90% A a 0 min, 88% A em 3 min, 85% A em 6 min, 82% A em 10 min, 80% A em 12 min, 70% A em 15 min, 65% A em 20 min, 60% A em 25 min, 50% A em 30-40 min, 75% A em 42 min e 90% A em 44 min. A corrida cromatográfica total foi de 50 minutos. Os picos dos compostos fenólicos foram monitorizados a 280 nm. O software LabSolutions (Shimadzu) foi usado para controlar o sistema de LC-UV e de processamento de dados. Os compostos fenólicos foram identificados por meio da comparação dos tempos de retenção com os padrões de ácidos fenólicos e flavonoides, sendo quantificados em concentrações de mg/mL e os cromatogramas registrados pelo software LabSolutions Data System.

4.7 OBTENÇÃO DO CORANTE NATURAL

O extrato de gogoia foi obtido macerando-se, ao abrigo da luz, as cascas *in natura* e liofilizada de gogoia, por 48 horas a temperatura ambiente (23 ± 2 °C), utilizando como solvente extrator álcool etílico 50 e 70% (SCHIOZER; BARATA, 2007), a pH 6,6 (RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, 2017), em uma proporção matéria-prima:solvente 1:10 (m/v) (RAVICHANDRAM, 2013). O pH dos extratos foram regulados com ácido ascórbico e hidróxido de sódio. Posteriormente, foram centrifugados e filtrados a vácuo em papel Whatman 1, utilizando funil de Büchner. Foi quantificado o conteúdo de betalaínas e carotenoides como variável de resposta para obtenção do melhor solvente extrator, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Condições e variáveis utilizadas para extração de betalaínas e carotenoides da casca de gogoia.

PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS				
AMOSTRA	CASCA DE GOGOIA	SOLVENTE	pH	PROPORÇÃO
Extrato 1	<i>in natura</i>	EtOH 50%	6,6	1:10
Extrato 2	Liofilizada	EtOH 50%	6,6	1:10
Extrato 3	<i>in natura</i>	EtOH 70%	6,6	1:10
Extrato 4	Liofilizada	EtOH 70%	6,6	1:10

Após esta etapa, o extrato com maior conteúdo de pigmentos foi concentrado em evaporador rotativo (Heidolph Hei-VAP), sob pressão reduzida (-760 mmHg), a $40 \pm 0,5$ °C até obter um volume final correspondente a aproximadamente 20% do volume inicial (CONSTANT, 2003). Para a formulação, foram dissolvidos 30g do agente carreador (goma de cajueiro) para cada 100 mL de extrato do extrato concentrado da casca de gogoia (CONSTANT, 2003). O preparado líquido do corante formulado foi homogeneizado até dissolução e, em seguida, foi mantido em repouso sob temperatura de refrigeração (8 ± 2 °C), ao abrigo da luz, por 24 horas. Posteriormente, foi submetido ao processo de secagem por liofilização.

4.8 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO CORANTE EM PÓ

O corante natural foi submetido a análise de cor, acidez titulável total, pH e sólidos solúveis totais, conforme métodos já descritos.

4.8 APLICAÇÃO DO CORANTE NATURAL EM SISTEMA ALIMENTÍCIO

Foram analisadas as coordenadas colorimétricas dos iogurtes tipo grego, de marca comercial, de sabor descrito natural, abacaxi e maracujá. Para avaliação do corante natural de gogoia foram realizadas formulações com a adição do pó a no iogurte tipo grego tradicional, de marca comercial, nas concentrações 1%, 2%, 3%, 4% e 10% e, em seguida, investigado as coordenadas colorimétricas no espaço CIELab.

5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos em média \pm desvio padrão utilizando o Software Microsoft Excel. Os dados obtidos nas caracterizações físicas, físico-químicas e análises antioxidantes foi realizada utilizando Software SAS for Windows 9.0. A análise de variância (ANOVA) foi utilizada para determinar diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras. As diferenças entre as médias foram detectadas pelo teste de Tukey.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

Um dos quesitos questionáveis pelo consumidor em relação à aquisição de qualquer matéria prima vegetal e *in natura* é sua uniformidade. Esses parâmetros são relevantes na pré e pós-colheita, pois são primordiais para o conhecimento do ponto de colheita e a maturação ideal de determinada matriz vegetal, além disso, serve para padronização e classificação (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Os resultados das características físicas dos frutos de gogoia estão expostos na Tabela 3.

Tabela 3 – Características físicas dos frutos de gogoia.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS – GOGOIA (<i>Tacinga inamoena</i>)			
	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA ± DP
Massa (g)	6,12	17,94	12,48 ±2,91
Diâmetro Transversal (mm)	21,94	32,61	27,7 ±2,28
Diâmetro Longitudinal (mm)	23,55	34,48	28,54 ±2,27
Quantidade de sementes (und/fruto)	24	85	54,88 ±17,46

Os valores apresentados constituem média ± desvio padrão de 50 frutos.

Analisando as bagas de Gogoia, foram observadas irregularidades no seu formato, a massa total dos frutos apresentou variação de 6,12 até 17,94g, apresentando média de 12,48g. Também apresentaram variações no diâmetro transversal (21,94mm – 32,61mm) e longitudinal (23,55mm – 34,48mm), podendo ser constatado no alto desvio padrão apresentado.

Outra desigualdade apresentada foi a quantidade de sementes por fruto, onde foi observado uma considerável variação, de 24 unidades a 85 sementes por fruto, também confirmado pelo alto valor no desvio padrão. Essa falta de padronização na quantidade de sementes pode estar ligada diretamente ao tamanho do fruto, quanto maior o fruto, maior a quantidade de sementes, ou seja, a relação do tamanho do fruto é diretamente proporcional à quantidade de sementes.

Os valores que compreendem os diâmetros (transversal e longitudinal) ficaram próximos dos números encontrados por Sousa (2017) (24,6mm e 28,7mm, diâmetro transversal e longitudinal respectivamente) e por Andrade (1989) (24 a 35mm e 30 a 40mm, diâmetro transversal e longitudinal respectivamente), apresentando poucas variações em

detrimento as medidas. Em relação à massa da gogoia, apresentou variações nos estudos por Sousa (2017) (9,31g) e foi encontrado o mesmo valor obtido por Souza (2005) (12,69g).

As medidas físicas de produtos hortícolas sempre irão apresentar variações, pois existe uma série de fatores que influenciam diretamente para que apresentem divergências, como por exemplo: local de coleta dos frutos, tipo do solo, clima, localidade em que se encontra na planta mãe, temperatura, nutrição e demais (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Outro ponto que deve ser levado em consideração para variação de características físicas foi à coleta da amostragem, o único quesito eleito foi o grau de maturação.

6.2 ANÁLISE COLORIMÉTRICA

As coordenadas colorimétricas das cascas *in natura* e liofilizada se encontram na Tabela 4. A Figura 7 ilustra o comportamento da cor das amostras de cascas de gogoia.

Tabela 4 – Análise colorimétrica das cascas de gogoia (*in natura* e liofilizada).

ANÁLISE COLORIMÉTRICA – CASCA GOGOIA (<i>Tacinga inamoena</i>)		
COORDENADAS	<i>In natura</i>	Liofilizada
L*	47,05 ^b ±0,12	59,52 ^a ±0,85
a*	24,34 ^a ±0,15	12,75 ^b ±0,24
b*	29,73 ^b ±0,09	40,41 ^a ±0,44
C*	38,41 ^b ±0,10	42,37 ^a ±0,34
h°	55,63 ^b ±0,75	72,39 ^a ±0,63

Valores expressos por médias ±desvio padrão. Letras iguais seguidas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey.

O processo de secagem utilizado para remoção de água da casca *in natura* de gogoia foi a liofilização, comumente utilizado, pois preserva características da matéria-prima que se deseja remover a água livre, desse modo é um método de conservação que preserva as características intrínsecas e extrínsecas e por consequência ocorre uma concentração dos componentes existentes na matriz (GAVA, 2008; OLIVEIRA, 2010).

Observando a coordenada correspondente a luminosidade (L*) na casca *in natura* e liofilizada, foi obtido valores de 47,05 e 59,52 respectivamente, mostrando um aumento quando foi aplicado o processo de desidratação, deste modo ocorreu um realce nesse parâmetro, evidenciando um clareamento quando comparada com a amostra úmida.

Os valores obtidos da coordenada a^* que é compreendida do verde ($-a^*$) ao vermelho ($+a^*$), a casca *in natura* apresentou maior valor quando comparada com a casca liofilizada, embora tenha ocorrido à diminuição para esta coordenada, os valores se mantiveram positivos, tendendo para o vermelho. Este parâmetro é utilizado para descrever a degradação dos carotenoides (MENDES, 2012); havendo uma correlação, deste modo constatando uma degradação dos componentes vermelhos/alaranjados, transformando-se em compostos amarelos, uma isomeria.

A coordenada b^* que compreende a cor azul ($-b^*$) e amarela ($+b^*$) apresentou um aumento expressivo quando a amostra é comparada (*in natura* e liofilizada), os valores positivos da coordenada evidencia a coloração amarela que é responsável pela pigmentação das betalainas (betaxantina) e carotenoides, os valores obtidos para casca *in natura* foi de 29,73 e a liofilizada foi de 40,41.

Os valores inerentes à cromaticidade (C^*) das cascas de gogoia obtiveram um ligeiro aumento, onde a casca *in natura* apresentou valores de 38,41 e já para a casca liofilizada apresentou valores de 42,37. Segundo Granato e colaboradores (2010), valores próximos ou superiores a 50 para esta coordenada, indica uma cor mais intensa, deste modo podemos concluir que ocorreu uma intensificação da cor da casca de gogoia quando submetida ao processo de desidratação por liofilização.

Segundo Oliveira e colaboradores (2011), o ângulo de tonalidade da cor quando se mantém afastada da origem (0°) do plano CIELab indica que a amostra tende ao vermelho, e quando apresenta a direção do eixo 90° indica que a amostra é amarela, deste modo os valores obtidos para ambas amostras de cascas de gogoia, corroboram com os valores obtidos na coordenada b^* , prevalecendo a coloração amarela.

Figura 7 – (A) Casca *in natura* e (B) casca liofilizada de gogoia



Fonte: Acervo do Autor (2018)

6.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Os parâmetros físico-químicos das cascas de gogoia se encontram expostos na Tabela 5. Uma característica marcante dos frutos de cactos é o alto percentual de umidade, podendo

chegar a mais de 80%, dependendo da espécie (SOUSA, 2017). Os valores encontrados neste estudo permitiram observar um alto teor de umidade, corroborando com os resultados obtidos por Sousa (2017). Quando um processo de secagem é aplicado em alguma matriz alimentar ocorre a eliminação do solvente majoritário da composição, desse modo, os valores obtidos pela casca liofilizada, são coerentes quando comparadas com a casca *in natura*.

Tabela 5 – Análises físico-químicas das cascas de gogoia (*in natura* e liofilizada).

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA – CASCA GOGOIA (<i>Tacinga inamoena</i>)		
	<i>In natura</i>	Liofilizada
Umidade (%)	86,88 ^a ±0,36	1,01 ^b ±0,27
Atividade de Água (Aw)	0,9875 ^a ±0,00	0,4219 ^b ±0,01
pH	4,72 ^a ±0,01	4,42 ^b ±0,01
ATT (g.100g-1 de ácido cítrico)	0,21 ^b ±0,02	1,94 ^a ±0,03
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	9,27 ^b ±0,06	42,97 ^a ±0,06

Valores expressos por médias ±desvio padrão. Letras iguais seguidas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey.

A casca *in natura* da gogoia possui alta atividade de água, considerando-se um alimento com alta umidade, pois apresenta valores acima de 0,90 (COULTATE, 2004). Após o processo de liofilização, notou-se uma diminuição dos valores de atividade de água e umidade e passou a classificação de alimento com baixo teor de umidade, pois esses alimentos atingem valores até 0,60. Além disso, a quantidade de água na casca *in natura* poderia ocasionar reações indesejáveis, sendo susceptível a reações de deterioração (GAVA, 2008).

O parâmetro de pH é uma variável que depende de vários fatores, podendo ser citado o estado de conservação da matéria-prima, condições microbiológicas, e a contribuição de maneira significativa para o desenvolvimento microbiano (MERCALI et al., 2011). Esta análise é observado o pH da matéria-prima em condições naturais e permite observar reações degradativas provocadas por microrganismos (GAVA, 2008). A casca de gogoia *in natura* apresentou valor de 4,72 e a casca liofilizada 4,42, permitindo observar uma pequena diminuição quando a casca passou pelo processo de conservação e permanecendo ácida. Valores encontrados por Souza (2007) (4,74) e Formiga (2016) (4,28) de pH, permaneceram próximas aos valores encontrados

A conservação de uma determinada matriz alimentar pode ser acompanhada através da análise de acidez titulável total, esse parâmetro fornece informações a respeito do

comportamento da amostra, uma vez que o processo de decomposição, hidrólise, oxidação ou fermentação é refletido na concentração de íons de hidrogênio, desse modo é observado alterações nos valores de ATT. Após o processo de secagem, notou-se um acúmulo de ácidos orgânicos, os valores para casca *in natura* foram de 0,21 e da liofilizada 1,94, esse aumento pode ser devido à remoção do solvente existente na casca *in natura* (água) e após a remoção do solvente na matriz, ocorreu um aumento na acidez, pois os componentes não estavam mais dissolvidos na água do interior da parede vegetal.

Assim com a acidez titulável total, ocorreu o mesmo processo de concentração no teor de sólidos solúveis totais, a casca *in natura* tinha 9,27 e passou a ter 42,97 após o processo de secagem criogênica. Valores a respeito da casca *in natura* foram encontrados na literatura, e apresentaram divergência em relação ao estudo de Formiga et al (2016), onde obtiveram o valor de 7,42, motivo pode ser explicado por conta do estágio de maturação em que foi analisado, uma vez que o avanço da maturação ocorre hidrólise do amido a porção de açúcares menores.

6.4 QUANTIFICAÇÃO DE PIGMENTOS NAS CASCAS

Os resultados com relação aos pigmentos existentes na casca *in natura* e liofilizada se encontram na Tabela 6.

Tabela 6 – Pigmentos existentes na casca de gogoia *in natura* e liofilizada.

PIGMENTOS – CASCA DE GOGOIA (<i>Tacinga inamoena</i>)				
	<i>In natura</i>	Liofilizada	<i>In natura</i>	Liofilizada
	1ª Extração		2ª Extração	
BETALAÍNA	12,15 ^b ±0,36	17,11 ^a ±0,30	5,20 ^b ±0,46	7,26 ^a ±0,10
Betaxantina	6,43 ^b ±0,69	11,01 ^a ±0,06	2,89 ^b ±0,27	4,32 ^a ±0,09
Betacianina	5,72 ^a ±0,32	6,10 ^a ±0,01	2,31 ^b ±0,19	2,94 ^a ±0,01
	<i>In natura</i>		Liofilizada	
CAROTENOIDES	72,94 ^b ±0,41		108,99 ^a ±0,82	

Valores expressos por médias ($\mu\text{g. } 100\text{g}^{-1}$) \pm desvio padrão. Valores expressos por médias \pm desvio padrão. Letras iguais seguidas na horizontal e na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey.

A casca de gogoia contém dois pigmentos naturais (DANTAS, 2016). O pigmento encontrado em maior quantidade na casca da gogoia *in natura* e liofilizada foi o carotenoide quando comparado com as betalaínas.

Quando comparados com a literatura científica, os resultados entraram em discordância, segundo Dantas et al (2016), o pigmento majoritário é a betalaína, porém a metodologia utilizada no presente trabalho difere da utilizada por esse autor. Ainda citando Dantas et al (2016), foi constatado uma diferença no conteúdo de carotenoides, o qual apresentou maior conteúdo. Tais alterações podem estar relacionadas ao estágio de maturação, pois uma vez que o fruto vai amadurecendo, a clorofila se solubiliza e o pigmento original do fruto vai surgindo com o amadurecimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Outro fator que venha a contribuir para as discordâncias é a utilização do solvente, a metodologia de extração de betalaínas utiliza solvente extrator água e etanol, já carotenoides emprega o uso de hexano, onde possui mais afinidade com compostos lipossolúveis.

6.5 QUANTIFICAÇÃO DE PIGMENTOS NOS EXTRATOS

A definição do solvente extrator e as condições em que é submetido o extrato refletem no percentual do analito de interesse. Existem variados métodos de extração utilizando solventes de forma isolada, mas podem reproduzir resultados poucos satisfatórios, contudo pode-se utilizar misturas de solventes, variando de concentração (SHAFIQUE et al., 2013). Os resultados da quantificação de pigmentos nos extratos se encontram na Tabela 7.

Tabela 7 – Pigmentos existentes nos extratos de gogoia.

PIGMENTOS – EXTRATOS DE GOGOIA (<i>Tacinga inamoena</i>)				
	EXTRATO 1	EXTRATO 2	EXTRATO 3	EXTRATO 4
BETALAÍNA	17,70 ^d ±0,88	41,50 ^c ±0,13	190,67 ^b 6,96	291,66 ^a ±6,25
Betacianina	7,99 ^d ±0,13	19,16 ^c ±0,05	88, 72 ^b ±2,88	111,7 ^a ±3,36
Betaxantina	9,72 ^d ±0,01	22,34 ^c ±0,00	101,9 ^b ±0,01	179,9 ^a ±0,01
CAROTENOIDES TOTAIS	15,16 ^d ±1,84	26,44 ^b ±2,43	64,69 ^c ±0,56	132,36 ^a ±0,82

Valores expressos por médias ($\mu\text{g. } 100\text{g}^{-1}$) \pm desvio padrão. Valores expressos por médias \pm desvio padrão. Letras iguais seguidas na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey. EXTRATO 1 – Etanol 50%, casca *in natura*, pH 6,6, proporção 1:10/ EXTRATO 2 –Etanol 50%, casca liofilizada, pH 6,6, proporção 1:10/ EXTRATO 3 – Etanol 70%, casca *in natura*, pH 6,6, proporção 1:10/ EXTRATO 4 – Etanol 70%, casca liofilizada, pH 6,6, proporção 1:10

Após extração utilizando mistura binária de solvente (etanol 50% e 70%) observou a quantidade de pigmentos existentes em cada tratamento. Permitiu-se observar a existência de dois grupos de pigmentos nos extratos hidroalcoólicos de casca de gogoia, as betalaínas e

carotenoides, porém para os quatro tratamentos, as betalaínas se apresentaram como pigmento majoritário. Outro ponto observado foi que os tratamentos utilizando a casca de gogoia liofilizada apresentaram maior teor de pigmentos, que foram os tratamentos 3 e 4, quando comparados com os extratos 1 e 2, que foram realizados com a casca *in natura*.

Um dos principais motivos para a betalaína ser o pigmento de maior teor em todos os tratamentos se dá pela solubilidade do solvente utilizado. A literatura reporta que para extração de betalaínas o ideal é utilizar como solvente extrator, água, metanol ou etanol, isoladamente ou misturas destes, além disso, estudos reportam que o pigmento majoritário da gogoia é a betalaína (DANTAS et al., 2016), justificando os solventes utilizados neste estudo, água e etanol.

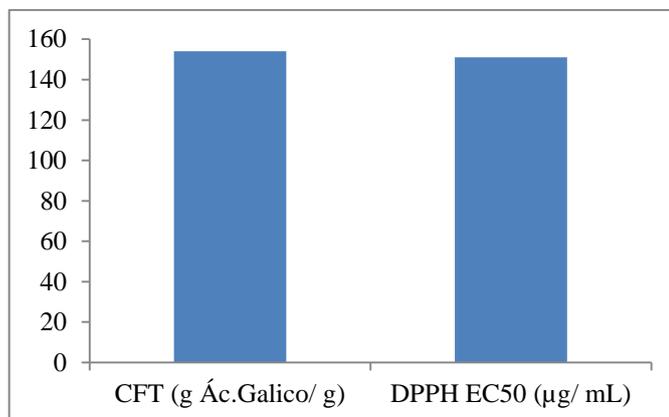
Em relação aos carotenoides totais presentes na amostra, se dá por conta da polarização do solvente utilizado, onde os extratos com maior conteúdo foi o de número 3 e 4, pois tinha uma concentração maior de etanol (70%) quando comparado com o extrato 1 e 2. Porém quando a extração dos carotenoides é feita com solventes mais apolares, os carotenoides são mais facilmente solubilizados devido a sua natureza lipossolúvel.

Com base nos resultados, o extrato 4 foi selecionado, pois apresentou maior teor de pigmentos. A partir disto, foi concentrado em rotaevaporador e adicionado um coadjuvante de secagem, também chamado de veículo, para se obter o corante natural em pó.

6.6 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE, QUANTIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS

Foi investigada a atividade antioxidante (AAT), o conteúdo de fenólicos totais (CFT) e o perfil de fenólicos do extrato selecionado, selecionado para elaboração do corante em pó natural, pois apresentou maiores teores de pigmentos. Os valores inerentes a AAT e CFT se encontram no gráfico 1.

Gráfico 1 – Atividade antioxidante total e conteúdo de fenólicos totais do extrato selecionado.



O teor de compostos fenólicos foi de 154,07 g ácido gálico/100g de extrato seco de casca de goiaba. Esses compostos são estruturas denominadas metabólitos secundários das plantas, podem ser atribuídos à função de atividade antioxidante e possuem também funções protetoras nas matrizes em que se encontram e estão ligadas diretamente para a contribuição do sabor, cor, amargor (IGNAT; et al., 2011; SOTO et al., 2011). Foram encontrados valores inferiores por Formiga et al (2016), foi encontrado o valor de 81 mg ácido gálico/100g, o motivo plausível para esta diferença pode ser atribuído à utilização da casca, onde se concentram essas substâncias de proteção, pois o estudo de Formiga et al (2016) foi a polpa com extração aquosa.

Para estabilização do radical livre DPPH• utilizando o método EC50, foi obtido valores de 150,99 µg/mL, a literatura reporta valores diferentes de redução inicial do radical livre, os valores encontrados por Dantas et al (2016) foram diferenciados, o estudo do autor obteve 1916,33 a 529,66, foi utilizado a fruta fresca e notou-se que o fruto se encontrava em seu último estágio de maturação, e tal situação permitiu observar que quanto mais maduro o fruto, maior era a capacidade de redução do radical DPPH•, provando assim uma correlação. E outro motivo para discordância é a utilização de solventes como metanol e acetona, dos quais são mais eficientes na extração de compostos antioxidantes.

O perfil de fenólicos do extrato estudado encontra-se disposto na Tabela 8.

Tabela 8 – Perfil de fenólicos do extrato selecionado para obtenção do corante natural em pó.

PERFIL DE FENÓLICOS – EXTRATO DE GOGOIA (<i>Tacinga inamoena</i>)	
COMPOSTOS FENÓLICOS	
Ácidos Fenólicos	(mg composto/g extrato)
Ac 2,5 dihidroxibenzoico	126,80 ±0,00
Ac 3,4 dihidroxibenzoico	2,90 ±0,14
Ac Felurico	7,70 ±0,14
Ac Galico	0,90 ±0,14
Ac p-Cumarico	1,60 ±0,00
Ac Sinapico	27,80 ±0,28
Ac Trans cinamico	0,60 ±0,28
Ac Vanilico	5,00 ±0,00
Flavonoides	(mg composto/g extrato)
Catequina	7,40 ±0,28
Crisina	1,20 ±0,28
Campferol	1,00 ±0,00
Miricitina	5,60 ±0,00
Quercetina	3,70 ±0,14
Rutina	67,30 ±0,14
TOTAL	261,80 ±1,98

Valores expressos por médias ± desvio padrão.

Foram encontrados 8 ácidos fenólicos, como: ácido 2,5 dihidroxibenzoico, ácido 3,4 dihidroxibenzoico, ácido felurico, ácido galico, ácido p-cumarico, ácido sinapico, ácido trans cinamico e o ácido vanilico. Dentre esses citados o ácido majoritário foi o ácido 2,5 dihidroxibenzoico, obtendo 126,80 mg composto/ g extrato, seguido do ácido sinapico com 27,80 mg composto/ g extrato. O ácido majoritário do extrato selecionado da gogoia está ligado a estudos com atividade neuroprotetoras e inibição do LDL (KABRA et al., 2014).

Já os flavonoides encontrados no extrato da gogoia foram 6, sendo a catequina, crisina, campferol, miricitina, quercetina e a rutina. Dentre esses flavonoides o composto mais importante encontrado foi a rutina, obtendo valores de 67,40 mg composto/g extrato, seguido da catequina com 7,40 mg composto/ g extrato.

O flavonoide rutina desempenha funções biológicas e está associado a funções no tratamento de neuropatias diabética, onde o mesmo atua como agente anti trombose (CHOI et al., 2015).

6.7 CARACTERIZAÇÃO DO CORANTE NATURAL EM PÓ

Após a concentração e agregação do agente veículo, o corante natural em pó de gogoia adquiriu as características físico-químicas que podem ser encontradas na Tabela 9 e Figura 8.

Tabela 9 – Caracterização do corante em pó natural.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS – CORANTES EM PÓ	
pH	3,79 ±0,01
ATT (g.100g ⁻¹ de ácido cítrico)	1,65 ±0,03
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	69,00 ±0,06
L*	52,77 ±0,02
a*	14,88 ±0,03
b*	44,77 ±0,06
C*	47,18 ±0,06
h°	71,63 ±0,02

Valores obtidos por média ± desvio padrão.

Observa-se uma diminuição do valor de pH quando comparado com a fruta *in natura* e liofilizada, indicando que o processamento de obtenção do corante foi responsável por esta variação, juntamente com o aumento no teor de sólidos solúveis totais, onde pode ser atribuído à aplicação do agente carreador, ou seja, a goma de cajueiro, utilizada como veículo agregado ao extrato concentrado, contribuiu com suas características potencializando os parâmetros analisados, assim como o ligeiro decréscimo na acidez titulável total.

Figura 8 – Corante natural em pó de gogoia



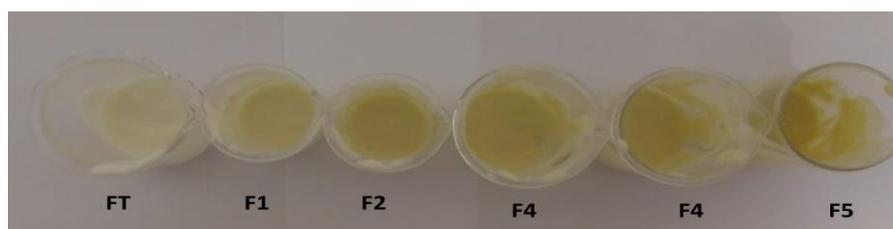
Fonte: Acervo do Autor (2018)

Avaliando as coordenadas fornecidas pelo método CIELab, observou que ocorreu uma intensificação na coordenada que indica as cores amarelo. Os resultados indicam que o corante natural tende para o amarelo, confirmado pelo ângulo de tonalidade que está próximo a 90°, e a amostra indica que está saturada, pois os valores estão próximo a 50. (GRANATO et al., 2010).

6.8 APLICAÇÃO DO CORANTE EM UM SISTEMA ALIMENTÍCIO

O corante natural em pó foi adicionado em diferentes concentrações no iogurte comercial tipo grego e comparado com iogurte comercial tipo grego nos sabores abacaxi e maracujá. Os valores estão dispostos na Tabela 10. A Figura 9 mostra o iogurte após a aplicação do corante.

Figura 9 – Formulações do iogurte com o corante natural em pó de gogoia



Fonte: Acervo do Autor (2018).

Tabela 10 - Análise colorimétrica da aplicação do corante natural em pó no iogurte em diferentes concentrações

APLICAÇÃO DO CORANTE NATURAL EM PÓ NO IOGURTE								
	Tradicional	Abacaxi	Maracujá	F1 – 1%	F2 – 2%	F3 – 3%	F4 – 4%	F5 – 10%
L*	90,56 ^b ±0,11	91,18 ^a ±0,05	87,42 ^d ±0,04	90,58 ^{ab} ±0,18	88,69 ^c ±0,28	88,03 ^c ±0,55	85,17 ^e ±0,14	79,98 ^f ±0,09
a*	-1,96 ^c ±0,05	-2,70 ^b ±0,12	4,49 ^a ±0,07	-1,49 ^d ±0,04	-1,18 ^f ±0,09	-0,79 ^g ±0,19	-0,75 ^g ±0,04	1,26 ^{de} ±0,05
b*	9,39 ^f ±0,62	11,24 ^e ±0,12	22,06 ^a ±0,06	12,41 ^d ±0,20	14,29 ^c ±0,18	15,91 ^b ±0,45	16,41 ^b ±0,02	22,71 ^a ±0,14
C*	9,59 ^f ±0,60	11,56 ^e ±0,14	22,51 ^a ±0,05	12,50 ^d ±0,20	14,34 ^c ±0,18	15,93 ^b ±0,44	16,42 ^b ±0,02	22,74 ^a ±0,14
h°	102,24 ^b ±0,37	105,08 ^a ±0,02	78,42 ^h ±0,07	96,84 ^c ±0,27	94,74 ^d ±0,42	93,25 ^e ±0,18	92,57 ^f ±0,17	86,83 ^f ±0,12

Valores expressos por médias ±desvio padrão. Valores expressos por médias ±desvio padrão. Letras iguais seguidas na horizontal e na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Após aplicação do corante natural, foi observado que o parâmetro que indica a luminosidade (L^*) foi decaído, isso quando comparado com o padrão (tradicional), com isso as amostras foram adquirindo coloração amarela mais escura com o aumento da concentração, na formulação 5 que representa 10% da aplicação do corante em pó foi obtido o menor valor para L^* , que foi de 79,98. E quando comparados entre as marcas comerciais dos sabores de abacaxi e maracujá, a única amostra que não diferiu estatisticamente foi à formulação de 1% com o iogurte de abacaxi e também não diferiu com o tradicional para este parâmetro, as demais diferiram entre si.

O parâmetro a^* que indica variação da coloração verde ($-a^*$) até o vermelho (a^*) mostrou que as amostras F1, F2, F3 e F4 apresentaram um comportamento voltado para uma coloração verde, tornando uma cor levemente verde, corroborando com a cromaticidade que indica valores abaixo de 50 e a tonalidade do ângulo h° ultrapassou 90° , sugerindo uma amostra amarelo esverdeada. As amostras entre si nesse parâmetro diferiram estatisticamente entre si.

A coordenada de cor que indica variação do azul ($-b^*$) para o amarelo (b^*) indica que as amostras tem comportamento semelhante, evidenciando uma cor amarela por conta dos resultados positivos observados. A amostra padrão de maracujá e a amostra F5, não diferiram entre si, ou seja, uma concentração de 10% do corante natural em pó de gogoia foi suficiente para atingir a coloração do iogurte de maracujá comercial. Em relação a coloração do iogurte de abacaxi comercial, foi observado que uma concentração inferior a 10% do corante natural de gogoia é suficiente para obter a tonalidade da cor amarela.

O parâmetro que indica a cromaticidade (C^*) é um cálculo obtido através das coordenadas de cor, a^* e b^* . Esse parâmetro significa a saturação da cor, e verifica-se que todos os valores obtidos foram abaixo de 50, indicando serem cores menos vívidas (GRANATO et al., 2010). O tratamento estatístico mostrou que a amostra padrão de maracujá não diferiu da F5.

O ângulo h° representa a tonalidade das amostras, indicando quando se encontra em 0° a cor vermelha ($+a^*$), 90° a cor amarela ($+b^*$), 180° a cor verde ($-a^*$) e 270° a cor azul ($-b^*$). As amostras permaneceram entre o ângulo 78 a 105° , contemplando cores do amarelo ao verde, porém com maior tendência ao amarelo. As amostras diferiram entre si quando comparadas com as amostras padrões e entre as formulações as amostras F4 e F5 não diferiram após aplicação do teste de Tukey.

7 CONCLUSÕES

Os frutos de gogoia utilizados neste estudo apresentaram irregularidades em suas características físicas analisadas, como variação de formato, peso, diâmetro e quantidade de sementes por fruto.

A casca de gogoia apresentou-se como fonte de pigmentos naturais, como betalaínas e os carotenoides, prevalecendo o grupo das betalaínas, principalmente com maior teor de betaxantina para os extratos obtidos em solvente binário etanol/água. Ao contrário, obteve-se resultados de carotenoides como majoritários quando avaliados as cascas *in natura* e liofilizado das cascas de gogoia.

O processo de liofilização utilizado para remoção de água da casca *in natura* de gogoia contribuiu para concentração dos componentes, conservação da amostra e conseqüentemente para o aumento da luminosidade, verificado através da análise colorimétrica.

O extrato da casca de gogoia que apresentou maior teor de pigmentos apresentou perfil de fenólicos com predominância de 8 ácidos fenólicos e 6 flavonoides, sendo os majoritários o ácido 2,5 dihidroxibenzoico e a rutina, respectivamente.

Os pigmentos das cascas de gogoia juntamente com a goma de cajueiro utilizada como veículo permitiram a obtenção de um corante natural, na forma em pó.

A extração dos pigmentos dos frutos de gogoia permitiu obter um corante em pó com elevado desempenho colorimétrico e teor de compostos fenólicos com capacidade antioxidante. Foi observada uma fácil solubilização do corante ao ser aditivado no iogurte tipo grego, apresentando resultados promissores como um possível substituinte do corante utilizado no iogurte comercial sabor maracujá.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. D. **Plantas das caatingas**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1989. 243p.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Decreto nº 50040, de 24 de janeiro de 1961: Dispõe sobre Normas Técnicas Especiais Reguladoras do Emprego de Aditivos Químicos a Alimentos. Disponível em:
http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/decretos/50040_61.htm Acesso: 15 de dezembro de 2017.

ANGELO, P. M; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos: uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 66, n. 1, p. 01-09, 2007.

AQUINO, L.; et al. Influência da secagem do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na qualidade do óleo extraído. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, 2009.

ARAÚJO, J. Química de alimentos: teoria e prática. In: **Química de alimentos: teoria e prática**. UFV, 2011.

BARBOSA A. S. **Estrutura da vegetação e distribuição espacial de Cactaceae em áreas de Caatinga do Semiárido Paraibano**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

BARROWS, J.; LIPMAN, A.; BAILEY, C. Color Additives: FDA's Regulatory Process and Historical Perspectives. **Food Safety Magazine**, U.S. Food and Drug Administration, Silver Spring, 2003.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova.**, v. 29, n. 1, p. 113-123, 2010.

BATTISTELLA, N.; COLOMBO, J. R.; ABREU, K. C. K. A importância da cor nas embalagens como fator influenciador no momento da compra. **Biblioteca online de ciências da comunicação**, 2010.

BERNARDES, N. R.; PESSANHA, F. F.; OLIVEIRA, D. B. Alimentos funcionais: Uma breve revisão. **Ciência e Cultura**, v. 6, p. 11-20, 2010.

BETANCOURT, C. et al. Pigment composition and antioxidant capacity of betacyanins and betaxanthins fractions of *Opuntia dillenii* (Ker Gawl) Haw cactus fruit. **Food Research International**, v. 101, p. 173-179, 2017.

BORKOWSKI, T.; et al. Radical scavenging capacity of wine anthocyanins is strongly pH-dependent. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 53, n. 14, p. 5526-5534, 2005.

BOROSKI, M.; VISENTAINER, J. V.; COTTICA, S. M.; MORAIS, D. R.; **Antioxidantes Princípios e Métodos Analíticos**, 1. ed. – Curitiba, Appris, 2015.

BOTTERWECK, A. A. M. et al. Intake of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene and stomach cancer risk: results from analyses in the Netherlands cohort study. **Food and Chemical Toxicology**, v. 38, n. 7, p. 599-605, 2000.

BOTREL, D. A. et al. Evaluation of spray drying conditions on properties of microencapsulated oregano essential oil. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 47, n. 11, p. 2289-2296, 2012.

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

BRASIL. CNNPA – Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução N°44 de 1977. Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br/documents/>>. Acesso em 20 de novembro de 2017.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Biomás: Caatinga**. 2016. Disponível: <<http://www.mma.gov.br/biomas/Caatinga>> Acesso: 10 de janeiro de 2018.

BREITHAUPT, D. E. Modern application of xanthophylls in animal feeding – a review. **Food Science and Technology**, v. 18, 501, 2007.

BROCKINGTON, S. F. et al. Complex pigment evolution in the Caryophyllales. **New Phytologist**, v. 190, n. 4, p. 854-864, 2011.

CASTELLANOS-SANTIAGO, E.; YAHIA, E. M. Identification and quantification of betalains from the fruits of 10 Mexican prickly pear cultivars by high-performance liquid chromatography and electrospray ionization mass spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 14, p. 5758-5764, 2008.

CAI, Y.; et al. Chemical stability and colorant properties of betaxanthin pigments from *Celosia argentea*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 9, p. 4429-4435, 2003.

CAPECKA, E.; MARECZEK, A.; LEJA, M. Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species. **Food Chemistry**, v.93, p.223–226, 2005.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2 ed. São Paulo. 2003.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manejo**. 2ed. UFV. 2005.

CHOI, Jun-Hui et al. Anti-thrombotic effect of rutin isolated from *Dendropanax morbifera* Leveille. **Journal of bioscience and bioengineering**, v. 120, n. 2, p. 181-186, 2015.

CHR. H. I. Corantes naturais: tecnologia a serviço de uma alimentação saudável. **Food Ingredients Brasil**, nº 18, 2011.

CHET, N. W. Total Phenolic and Total Flavonoids Content of Pitaya Peels by Water Extraction. **A thesis Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering Universiti Malaysia Pahang**, 2009.

CONCEIÇÃO, K. N.; et al. Poder antioxidante de carotenoides, flavonoides e vitamina e na prevenção da arteriosclerose. **Revista Ciência & Saberes-Facema**, v. 2, n. 4, p. 320-324, 2017.

CONSTANT, P. B. L. **Microencapsulamento de bixina: agentes encapsulantes, avaliação da qualidade e aplicações.** 1999. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 1999.

CONSTANT, P. B. L. **Extração, caracterização e aplicação de antocianinas e açaí.** Viçosa, MG: UFV. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

COULTATE, T. P.; et al. Alimentos: a química de seus componentes. In: **Alimentos: a química de seus componentes.** Artmed, 2004.

CLIFFORD, T.; et al. The plasma bioavailability of nitrate and betanin from *Beta vulgaris rubra* in humans. **European journal of nutrition**, v. 56, n. 3, p. 1245-1254, 2017.

CORDEIRO, A. M. T. M. **Desenvolvimento de bioaditivos antioxidantes para otimização da estabilidade oxidativa de óleos comestíveis.** João Pessoa, PB: UFPB. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2013.

CUCHINSKI, A. S.; CAETANO, J.; DRAGUNSKI, D. C. Extração do corante da beterraba (*Beta vulgaris*) para utilização como indicador ácido-base. **Eclética química**, v. 35, n. 4, 2010.

DANTAS, R. L.; et al. Bioactive compounds and antioxidant activity of *Tacinga inamoena* (K. Schum.) [NP Taylor Stuppy] fruit during maturation. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 17, p. 1511-1518, 2016.

DELGADO-VARGAS, F.; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDES-LÓPEZ, O. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains characteristics, biosynthesis, processing, and stability. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 40, n. 3, p. 173-289, 2000.

DIONISIO, M. T. M. **Avaliação do Potencial Tecnológico da Polpa do Fruto do Quipá (*Tacinga inamoena*) em Diferentes Estádios de Maturação.** João Pessoa, PB: UFPB. Trabalho de Conclusão de Curso, 2017.

DOWNHAM, A.; COLLINS, P. Colouring our foods in the last and next millennium. **International journal of food science & technology**, v. 35, n. 1, p. 5-22, 2000.

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

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de Alimentos de Fennema** – 4^a ed. Editora Artmed, 2010.

FERREIRA, L. R. **Bebida isotônica formulada a base de permeado obtido da ultrafiltração do soro de leite adicionado de carotenoides em pó de pequi (Caryocar brasiliense Camb.)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2017.

FONTANA, J. D.; et al. Carotenoides: cores atraentes e ação biológica. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v. 2, p. 13, 2000.

FORMIGA, A. D. S.; et al. Aspectos físicos e químicos de frutos de Quipá (*Tacinga inamoena*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 5, p. 25-29, 2016.

GANDÍA-HERRERO, F.; ESCRIBANO, J.; GARCÍA-CARMONA, F. Betaxanthins as pigments responsible for visible fluorescence in flowers. **Planta**, v. 222, n. 4, p. 586-593, 2005.

GANDÍA-HERRERO, F.; ESCRIBANO, J.; GARCÍA-CARMONA, F. Structural implications on color, fluorescence, and antiradical activity in betalains. **Planta**, v. 232, n. 2, p. 449-460, 2010.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de Alimentos: Princípios e Aplicações** – São Paulo: Nobel, 2008.

GHASEMZADEH, A.; JAAFAR, H. Z. E.; RAHMAT, A. Effects of solvent type on phenolics and flavonoids content and antioxidant activities in two varieties of young ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) extracts. **Journal of Medicinal Plants Research**, v.5, n.7, p. 1147-1154, 2011.

GENGATHARAN, A.; DYKES, G. A.; CHOO, W. S. Betalains: natural plant pigments with potential application in functional foods. **LWT-Food Science and Technology**, v. 64, n. 2, p. 645-649, 2015.

GRANATO, D.; KATAYAMA, F. C. U.; CASTRO, I. A. Assessing the association between phenolic compounds and the antioxidant activity of Brazilian red wines using chemometrics. **LWT-Food Science and Technology**, v. 43, n. 10, p. 1542-1549, 2010.

GRAVES, B.; WEISS, H. Encapsulation techniques. In: **Encyclopedia of Food Science and Technology**, Vol. 2, (Y.H. Hui, ed.) pp. 620–627, JohnWiley & Sons, Inc, New York, NY. 1992.

GONÇALVES, L. C. P.; et al. Betalaínas: das cores das beterrabas à fluorescência das flores. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 292-309, 2014.

GÜNEŞER, O. Pigment and color stability of beetroot betalains in cow milk during thermal treatment. **Food chemistry**, v. 196, p. 220-227, 2016.

HAMERSKI, L.; REZENDE, M. J.; SILVA, B. V. Usando cores da natureza para atender aos desejos do consumidor: substâncias naturais como corantes na indústria alimentícia. **Revista Virtual de Química**, 5, 394, 2013,.

HANDBOOK, Carotenoids. G. Britton, S. Liaaen-Jensen and H. Pfander. 2004.

HARLEV, E.; et al. A. Anticancer attributes of desert plants: a review. **Anticancer Drug, London**, v. 23, n. 3, p. 255–271, 2012.

HIGUERA-CIAPARA, I.; FELIX-VALENZUELA, L.; GOYCOOLEA, F. M.; ARGÜELLES-MONAL, W. Microencapsulation of astaxanthin in a chitosan matrix. **Carbohydrate Polymers**, v. 56, p. 41–45, 2004.

HIGBY, W. K. A Simplified Method for Determination of Some Aspects of the Carotenoid Distribution *in natural* and Carotene-Fortified Orange Juice. **Journal of Food Science**, v. 27, n. 1, p. 42-49, 1962.

IGNAT, J.; VOLF, I.; POPA, V. I. A critical review of methods for characterization of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. **Food Chemistry, Romania**, v. 126, p. 1821-1835, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **Métodos Químicos e Físicos para Análises de Alimentos**. 1ed. Online. São Paulo: IAL, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados, 2010.
<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/ecnomia/comercioeservico/pas/pas2006>. Arquivo consultado em 20 de Maio de 2018.

KABRA, M. P. et al. Evaluation of anti-parkinson's activity of gentisic acid in different animal models. **Journal of Acute Disease**, v. 3, n. 2, p. 141-144, 2014.

KANAKDANDE, D.; BHOSALE, R.; SINGHAL, R. S. Stability of cumin oleoresin microencapsulated in different combination of gum arabic, maltodextrin and modified starch. **Carbohydrate Polymers**, 67, p. 536–541, 2007.

KHAZAEI, K. M.; JAFARI, S.M.; GHORBANI, M.; KAKHKI, A. H. Application of maltodextrin and gum Arabic in microencapsulation of saffron petal's anthocyanins and evaluating their storage stability and color. **Carbohydrate Polymers**, 105, p.57–62, 2014.

KRISHNAN, S.; KRISHIRSAGAR, A. C.; SINGHAL, S. The use of gum arabic and modified starch in the microencapsulation of food flavor agent. **Carbohydrate Polymers**, 62, p. 309–315, 2005.

LEE, Y.-C.; CHUAH, A. M.; YAMAGUCHI, T.; TAKAMURA, H.; MATOBA, T. Antioxidant Activity of Traditional Chinese Medicinal Herbs. **Food Science and Technology Research**, v.14, n.2, p.205-210, 2008.

LERMEN, F. H.; et al. Teste de consumidores e análise de aparência, sabores e cores para o desenvolvimento de novos produtos: o case do Projeto de Broinhas de Milho Saboreadas. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 3, n. 4, p. 97-110, 2015.

LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento. **Contexto**, São Paulo. 2002.

LIMA, R. K. B.; et al. **Caracterização e potencial antioxidante do fruto da palma (*Tacinga inamoena*) e do mandacaru (*Cereus jamacaru*). Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)**, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, Rio Grande do Norte. 2016.

LUCENA, C. M.; et al. Uso e conhecimento de cactáceas no município de São Mamede. BioFar – **Revista de Biologia e Farmácia**, v. especial, p. 121-134 (Paraíba, Nordeste do Brasil). 2012.

LUTEROTTI, S.; et al. Comparison of spectrophotometric and HPLC methods for determination of carotenoids in foods. **Food Chemistry**, v. 140, n. 1–2, p. 390–397, 2013.

MEIADO, M. V. et al.; Cacti of the São Francisco Watershed: ecological attributes, geographic distribution and endemism. Flora of the Caatingas of the São Francisco River: Natural History and Conservation. **Andrea Jakobsson Estudio Editorial**, Rio de Janeiro, p. 264-305, 2012.

MEIRELES, B. R. L. A. **Potencial nutricional e antioxidante do fruto do catolé (*Syagrus cearensis*). Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)**, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba. 2017.

MERCALI, G.D.; SARKIS, J. R.; JAESCHKE, D. P.; TESSARO, I. C.; MARCZAK, L. D. F. Physical properties of acerola and blueberry pulps/ Propriedades físicas de acerola e polpas de mirtilo. **Journal of Food Engineering**, 2011.

MENDES, L. G. **Microencapsulação do corante natural de urucum: uma análise da eficiência da goma do cajueiro como material de parede**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

MESQUITA, S. S.; TEIXEIRA, C. M. L. L.; SERVULO, E. F. C. Carotenoides: propriedades, aplicações e mercado. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 2, 2017.

MEZZOMO, N.; FERREIRA, S. R.S. Carotenoids functionality, sources, and processing by supercritical technology: A review. **Journal of Chemistry**, v. 2016, 2016.

MULDERS, K. J. M.; et al. Phototrophic pigment production with microalgae: biological constraints and opportunities. **Journal of phycology**, v. 50, n. 2, p. 229-242, 2014.

NASCIMENTO, J. P.B.; et al. Germinação de sementes de *Tacinga inamoena* (K. Schum.) NP Taylor & Stuppy (Cactaceae) após endozoocoria por *Chelonoidis carbonaria* (Spix, 1824) (Reptilia: Testudinidae). **Gaia Scientia**, v. 9, n. 2, 2015.

OECD/Food and Agriculture Organization of the United Nations, OECD-FAO Agricultural Outlook 2015-2024, OECD Publishing, Paris. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/i4738e.pdf>>. Acesso em: 07 de novembro de 2017.

OLIVEIRA, M. E. B.; et al. Características químicas e físico-químicas de frutas da Chapada do Araripe, Ceará. **Revista brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, V. 32, n. 1, p 114-125, 2010.

OLIVEIRA, L. C; SOUZA, S. O.; MAMEDE, M. E. O. Avaliação das características físico-químicas e colorimétricas de vinhos finos de duas principais regiões vinícolas do Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 70, n. 2, p. 158-167, 2011.

OLIVEIRA, E. N. A. et al. Obtenção de ubaia desidratada pelo processo de liofilização.

Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 4, n. 2, 2010.

OLIVEIRA, L. A.; SARUBBO, L. A.; CAMPOS-TAKAKI, G. M.; PORTO, A. L. F.;

TAMBOURGI, E. B.. A goma do cajueiro como sistema inovador de extração líquido-líquido. **Revista Exacta**, v.5, p.145-154, 2007.

PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Corantes artificiais em alimentos. **Alimentos e Nutrição**

Araraquara, v. 14, n. 2, 2009.

PORTO, B. C.; CRISTIANINI, M. **Food Science and Technology**, v. 59, n. 2, p. 1325–1331,

2014.

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

RAVICHANDRAN, K., SAW, N.M.M.T., MOHDALY, A.A.A., GABR, A.M.M.,

KASTELL, A., RIEDEL, H., CAI, Z., KNORR, D., SMETANSKA, I. Impact of processing of red beet on betalain content and antioxidant activity. **Food Research International**, n.50, p. 670-675, 2013.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. Instituto Mauá de Tecnologia, 2004.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. Fontes brasileiras de carotenoides. Brasília: Ministério de Meio Ambiente, p. 100, 2008.

RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, J. A.; Y VICTORIA, M. T. C.; BARRAGÁN-HUERTA, B. E.

Betaxanthins and antioxidant capacity in *Stenocereus pruinosus*: Stability and use in food. **Food Research International**, v. 91, p. 63-71, 2017.

SAFINYA, C.R.; EWERT, K. K. Materials chemistry: Liposomes derived from molecular vases. **Nature**, 489 (7416), p. 372–374, 2012.

SANTOS, A. C. A.; et al. Potencial antioxidante de antocianinas em fontes alimentares: revisão sistemática. **Revista Interdisciplinar**, v. 7, n. 3, p. 149-156, 2014.

SANTOS, C. D. **Extração, clarificação e estabilização de betalainas provenientes de talos de beterraba vermelha (*Beta vulgaris L.*)**. Tese (Doutorado em Engenharia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

SCHIOZER, A. L.; BARATA, L. E. S. Estabilidade de corantes e pigmentos de origem vegetal. **Revista Fitos Eletrônica**, [S.I.], v. 3, n. 02, p. 6-24, 2007.

SCHOBER, J. Preservação e uso racional do único bioma exclusivamente nacional. **Ciência e Cultura**, v.54, n.2, p. 06-07, 2002.

SHAFIQUE, M., et al. Thermodynamic characteristics of solvents: a review. **Research Journal of Chemical Sciences** ISSN, v. 2231, p. 606X, 2013.

SILVA, C.G.; et al. Evaluation of antioxidant activity of Brazilian plants. **Pharmacological Research**, v.52, p.229–233, 2005.

SOUSA, A. C. P. **Frutos de cactáceas da Caatinga piauiense: Potencial bioativo e tecnológico. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição)**, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

SOUZA, A.C.M.; GAMARRA-ROJAS, G.; ANDRADE, S.A.C.; GUERRA, N.B. Características físicas, químicas e organolépticas de quipá (*Tacinga inamoena*, Cactaceae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 292-295, 2007.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira. Nova Odessa, SP: **Instituto Plantarum**, 639 p. 2005.

SOTO, M. L.; MOURE, A.; DOMÍNGUEZ, H.; PARAJÓ, J. C. Recovery, concentration and purification of phenolic compounds by adsorption: A review. **Journal of Food Engineering, Spain**, v. 105, p. 1-27, 2011.

TAYLOR, N. P.; ZAPPI, D. C. Cacti of Eastern Brazil. **Royal Botanic Gardens**, Kew. 2004. 499 p.

TAYLOR, N., SANTOS M.R., LAROCCA J. E ZAPPI D. 2015. Cactaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB1562>>. Acesso em: 05 de março de 2018.

VALDUGA, E.; et al. Produção de carotenoides: microrganismos como fonte de pigmentos naturais. **Química Nova**, v. 32, n. 9, p. 2429-2436, 2009.

ZAPPI, D.; et al. Cactaceae in lista de espécies da flora do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2015.

ZIMMERMANN, A. M.; KIRSTEN, V. R. Alimentos com função antioxidante em doenças crônicas: uma abordagem clínica. **Disciplinarum Scientia – Saúde**, v. 8, n. 1, p. 51-68, 2008.

ZOU, D. ;et al. Cactus pear: a natural product in cancer chemoprevention. **Nutrition journal**, v. 4, n. 1, p. 25, 2005.