

**Componentes biométricos, físico-químicos, bioativos e antioxidantes em araçás em diferentes estádios de maturação**

**Biometric, physical-chemical, bioactive and antioxidant components in araçás at different maturation stages**

**Componentes biométricos, físico-químicos, bioactivos y antioxidantes em araçás em diferentes etapas de maduración**

Recebido: 19/06/2020 | Revisado: 20/06/2020 | Aceito: 25/06/2020 | Publicado: 06/07/2020

**Emanuel Tarcísio do Rêgo Farias**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1232-1333>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [emanueltarcisio@hotmail.com](mailto:emanueltarcisio@hotmail.com)

**Adriana Ferreira dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9356-8054>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [adrefesantos@yahoo.com.br](mailto:adrefesantos@yahoo.com.br)

**Maíra Felinto Lopes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3331-7269>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [mairafelinto@hotmail.com](mailto:mairafelinto@hotmail.com)

**Júlia Medeiros Bezerra**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7662-2488>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [juliamedeiros1709@hotmail.com](mailto:juliamedeiros1709@hotmail.com)

**Fernanda Vanessa Gomes da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3332-6889>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: [fvgs2014@yahoo.com](mailto:fvgs2014@yahoo.com)

**Resumo**

O araçá (*Psidium cattleianum*) pertence a uma classe de frutos amplamente distribuídos no território brasileiro apresentando diferentes espécies. Embora ainda pouco explorado, pesquisas relatam a presença de compostos bioativos na composição das espécies atribuindo a

estes frutos propriedades nutricionais e funcionais. Neste trabalho, avaliaram-se os aspectos físicos, físico-químicos, compostos bioativos e a capacidade antioxidante do araçá em diferentes estádios de maturação. As avaliações foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal do Centro de Ciências e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande, no *Campus* de Pombal - PB. Os frutos foram provenientes de plantios localizados na cidade de Areia – PB, sendo colhidos diretamente na copa da planta, tomando-se como índice de colheita a coloração da casca. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado ( $p < 0,05$ ). Características físico-químicas de sólidos solúveis, açúcares solúveis totais e relação SS/AT, aumentaram com o avanço da maturação. Para os compostos bioativos, o teor de ácido ascórbico aumentou consideravelmente e observou-se redução do teor de flavonoides com o avanço da maturação. Os compostos fenólicos apresentaram valores máximos nos frutos no estágio I e redução de mais de 50% para o estágio IV, assim como a capacidade de reduzir o radical DPPH diminuiu com o avanço da maturação. Com os resultados é possível concluir que os araçás avaliados, independente dos estádios de maturação apresentaram quantidades consideráveis de compostos biologicamente ativos, podendo constituir como uma boa fonte de antioxidantes naturais.

**Palavras-chave:** *Psidium cattleianum*; Ácido ascórbico; Compostos fenólicos; Antioxidantes.

### **Abstract**

The araçá (*Psidium cattleianum*) belongs to a class of fruits widely distributed in the Brazilian territory presenting different species. Although still little explored, research reports the presence of bioactive compounds in the composition of the species, attributing to these fruits nutritional and functional properties. In this work, the physical, physical-chemical aspects, bioactive compounds and the antioxidant capacity of araçá at different maturity stages were evaluated. The evaluations were carried out in the Laboratory of Technology of Products of Vegetable Origin of the Center of Sciences and Technology of Food of the Federal University of Campina Grande, in the Campus of Pombal - PB. The fruits came from plantations located in the city of Areia - PB, being harvested directly in the top of the plant, taking the color of the bark as the harvest index. The experimental design used was completely randomized ( $p < 0.05$ ). Physico-chemical characteristics of soluble solids, total soluble sugars and the SS / AT ratio, increased with advancing maturation. For bioactive compounds, the ascorbic acid content increased considerably and a reduction in the flavonoid content was observed with advancing maturation. The phenolic compounds showed maximum values in the fruits in

stage I and a reduction of more than 50% for stage IV, as well the ability to reduce the DPPH radical decreased with advancing maturation. As the results it is possible to conclude that the evaluated araçás, independent of the maturation stages, presented considerable amounts of biologically active compounds, being able to constitute as a good source of natural antioxidants.

**Keywords:** *Psidium cattleianum*; Ascorbic acid; Phenolic compounds; Antioxidants.

## Resumen

El araçá (*Psidium cattleianum*) pertenece a una clase de frutas ampliamente distribuidas en el territorio brasileño con diferentes especies. Aunque todavía poco explorado, la investigación reporta la presencia de compuestos bioactivos en la composición de la especie, atribuyendo a estas frutas propiedades nutricionales y funcionales. En este trabajo, se evaluaron los aspectos físicos, físico-químicos, los compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante de araçá en diferentes etapas de madurez. Las evaluaciones fueron realizadas en el Laboratorio de Tecnología de Productos de Origen Vegetal del Centro de Ciencias y Tecnología de Alimentos de la Universidad Federal de Campina Grande, en el Campus de Pombal - PB. Los frutos provenían de plantaciones ubicadas en la ciudad de Areia - PB, que se cosechaban directamente en el dosel de la planta, tomando el color de la corteza como índice de cosecha. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar ( $p < 0.05$ ). Las características fisicoquímicas de los sólidos solubles, los azúcares solubles totales y la relación SS / AT aumentaron con el avance de la maduración. Para los compuestos bioactivos, el contenido de ácido ascórbico aumentó considerablemente y se observó una reducción en el contenido de flavonoides con la maduración avanzada. Los compuestos fenólicos mostraron valores máximos en las frutas en la etapa I y una reducción de más del 50% para la etapa IV, así como la capacidad de reducir el radical DPPH disminuyó con el avance de la maduración. Con los resultados es posible concluir que los araçás evaluados, independientemente de las etapas de maduración, presentaron cantidades considerables de compuestos biológicamente activos, pudiendo constituir una buena fuente de antioxidantes naturales.

**Palabras clave:** *Psidium cattleianum*; Ácido ascórbico; Compuestos fenólicos; Antioxidantes.

## 1. Introdução

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, sendo um país rico em frutos

silvestres ainda pouco explorados, que podem ser utilizados tanto para a comercialização *in natura* quanto para a aplicação em novos produtos, na indústria de alimentos, farmacêutica, química e cosmética, tendo em vista que a maioria desses é rica em compostos benéficos a saúde como é o caso dos polifenóis, carotenoides, vitaminas, minerais entre outros (Neri-Numa, et al., 2018).

Dentre os frutos silvestres ainda pouco estudados encontra-se o araçá (*Psidium cattleianum*), espécie nativa da mata Atlântica, encontrada desde o Rio Grande do Sul até a Bahia, pertencente à família das *Myrtaceae* a mesma da goiabeira e da jabuticabeira, seus frutos são suculentos e levemente ácidos (Reissig, et al., 2016). É um fruto arredondado que apresenta o epicarpo amarelo ou vermelho e endocarpo aromático, mucilaginoso, branco, amarelado ou avermelhado contendo muitas sementes. Seu consumo pode ser feito de forma *in natura*, bem como oferece possibilidades de ser processado na forma de sucos, sorvetes, geleias, doces, licores, dentre outros (Vanin, 2015). Devido a sua elevada perecibilidade e a não utilização de técnicas pós-colheita adequadas, a exploração comercial numa escala maior acaba sendo prejudicada. A conservação em condições de temperatura ambiente (25°C) é de um a dois dias, podendo este período ser estendido se os mesmos forem mantidos em ambiente refrigerado (Acosta, 2018).

Apresentam um sabor diferenciado, elevado teor de vitamina C, carotenoides, como também minerais, ácidos graxos e açúcares. Seu consumo reduz os níveis de colesterol, principalmente o total e os índices glicêmicos devido ao seu alto teor de fibras, principalmente as solúveis (Negri, et al., 2016). Em comparação a outros frutos, o araçá apresenta teores de compostos fenólicos totais maiores do que o morango e a uva, e na mesma faixa da pitanga e da ameixa. São frutos ricos em antioxidantes, com seu potencial relacionado principalmente aos compostos fenólicos e a vitamina C, suas características fitoquímicas constituem um importante domínio para a inovação e ainda apresentam atividade antimicrobiana e antiproliferativa podendo contribuir para a promoção da saúde humana (Pereira, 2018; Lopes & Silva, 2018).

Frutos de araçazeiro apresentam elevado potencial de utilização, porém ainda são pouco explorados. Suas possibilidades de uso abrangem desde a utilização como fonte para uma dieta alimentar saudável, como por apresentar características promissoras para o cultivo, podendo ser uma alternativa econômica para pequenos produtores. Assim, constata-se que as pesquisas envolvendo o estudo da avaliação de agentes antioxidantes nessas frutas são necessárias e ainda beneficiaria a indústria alimentícia, como forma de agregação de valor e exposição de novos produtos no setor alimentício e/ou como uma boa fonte de antioxidantes

naturais. Com o propósito de demonstrar o potencial para a utilização dos frutos nativos regionais, incentivar o consumo, a produção e a comercialização, este trabalho teve por objetivo pesquisar as propriedades benéficas do araçá em diferentes estádios de maturação, de acordo com a avaliação de suas características físicas, físico-químicas, compostos bioativos e da capacidade antioxidante.

## 2. Metodologia

O estudo experimental foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal (LTPOV) no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal/PB. Foram utilizados frutos do araçá (*Psidium cattleianum*) provenientes de plantios localizados na cidade de Areia-PB, onde foram colhidos diretamente na copa da planta, tomando-se como índice de colheita a coloração da casca, sendo então separados em quatro diferentes estádios de maturação, conforme Figura 1.

**Figura 1.** Classificação dos estádios de maturação do araçá, com base na coloração da casca, mediante seleção visual.

ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO	PIGMENTAÇÃO APARENTE
I 	Fruto na maturação fisiológica com coloração verde
II 	Fruto com quebra da coloração verde
III 	Frutos com coloração verde amarelada, com predominância de amarelo
IV 	Fruto totalmente amarelo

Fonte: Autoria própria.

Os frutos ao serem recebidos no laboratório, foram submetidos a uma pré-seleção descartando-se aqueles que estivessem danificados, em fase de senescência avançada, folhas e talos, sendo então selecionados quanto ao tamanho, peso, estágio de maturação e aparência. Em seguida, foi realizada a sanitização dos frutos por imersão em água clorada a 50 ppm por 15 minutos e lavados novamente em água corrente para retirada do cloro residual.

Parte dos frutos foi separada para avaliação física e outra parte foi submetida ao processo de despulpamento em multiprocessador de alimentos (Philips Walita, modelo R17630) para obtenção da polpa, a qual foi armazenada em potes plásticos com tampa de 500 mL cobertos com papel alumínio para preservação dos compostos bioativos presentes, sendo então congeladas a  $-18^{\circ}\text{C}$  para análises posteriores.

Foram realizadas avaliações físicas, físico-químicas, compostos bioativos e da capacidade antioxidante dos frutos nos diferentes estádios de maturação em que foram selecionados. As amostras foram compostas por 40 frutos/estádio de maturação nas avaliações físicas e para as demais avaliações (químicas, compostos bioativos e antioxidantes) foi utilizado o sumo de 5 repetições de 10 frutos, totalizando 50 frutos para cada estágio de maturação.

O experimento foi instalado em um delineamento inteiramente casualizado. Os resultados foram submetidos à análise de variância ( $p < 0,05$ ). Os tratamentos foram representados pelos estádios de maturação e as repetições foram de 40 frutos/estádios para as avaliações físicas e o sumo de 5 repetições de 10 frutos para cada estágio de maturação para as avaliações físico-químicas, compostos bioativos e capacidade antioxidante.

## **2.1 Avaliações físicas**

Massa fresca do fruto (g): determinada por pesagem individual dos frutos em balança semianalítica (BEL L-303i) de precisão 0,001 g;

Diâmetros longitudinal e transversal (mm): os diâmetros foram obtidos medindo-se os frutos nos sentidos longitudinal e transversal com o uso de paquímetro digital (200 mm – leit. 0,005 mm – Digimes);

Relação DL/DT: razão entre os diâmetros longitudinais e transversais dos frutos;

Volume ( $\text{cm}^3$ ): foi determinado através da medição do volume de água deslocado pelo fruto em uma proveta graduada de 1000 mL;

Massa específica ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ): a massa específica foi obtida através da razão entre massa e volume do fruto;

Firmeza da polpa (N): foi determinada com penetrômetro analógico (Mixterm FT327), com ponteira de 8 mm na região equatorial da fruta, tomando-se duas leituras por fruta e multiplicando-se o valor da leitura do penetrômetro pelo fator de transformação para Newton que é 4,45 (IAL, 2008);

Rendimento (% de polpa): medição do peso da polpa relacionada ao peso total dos frutos em balança semianalítica (BEL L-303i) de precisão 0,001 g (IAL, 2008);

## 2.2 Avaliações físico-químicas

Sólidos Solúveis – SS (%): determinado por leitura direta do sumo da fruta em refratômetro digital (0 a 45% °Brix) com compensação automática de temperatura (Biobrix 104-D), de acordo com AOAC (2005);

Acidez Titulável – AT ( $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ): por titulometria com NaOH 0,1 M, segundo Instituto Adolfo Lutz - IAL (2008);

Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT): obtida através da razão entre os valores de sólidos solúveis e acidez titulável;

Potencial Hidrogeniônico - pH: determinado em pHmetro, com inserção direta do eletrodo, de acordo com IAL (2008);

Lipídios totais ( $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ): foram determinados como extrato etéreo através da extração contínua pelo método de *Soxhlet*, utilizando hexano como solvente conforme as normas do IAL (2008);

Proteínas totais ( $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ): o teor de nitrogênio total das amostras foi determinado pelo Método de *Kjeldahl*, utilizando-se o fator de conversão genérico 6,25 para transformação do teor quantificado em proteína segundo o método descrito pelo IAL (2008);

Açúcares Solúveis Totais - AST ( $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ): determinados pelo método de antrona segundo metodologia descrita por Yemn & Willis (1954), sendo a leitura das amostras realizada em espectrofotômetro a 620 nm, utilizando-se como referência a glicose para obtenção da curva padrão.

## 2.3 Avaliação dos compostos bioativos e da capacidade antioxidante

Ácido Ascórbico ( $\text{mg}\cdot 100^{-1}\text{g}^{-1}$ ): determinado, segundo AOAC (2005), através da titulação com 2,6 diclorofenolindofenol (DFI) até obtenção de coloração rósea claro permanente;

Carotenoides ( $\mu\text{g}\cdot 100^{-1}\text{g}^{-1}$ ) e Clorofilas Totais ( $\text{mg}\cdot 100^{-1}\text{g}^{-1}$ ): foram determinados de acordo

com a metodologia de Lichtenthaler (1987), onde as amostras foram maceradas com carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e acetona (80%) gelada em ambiente escuro, sendo então centrifugadas e os sobrenadantes lidos em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 470, 646 e 663 nm;

Flavonoides e Antocianinas ( $\text{mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}^{-1}$ ): determinados de acordo com a metodologia de Francis (1982), onde as amostras foram maceradas com a solução de etanol - HCl (1,5 N) na proporção 85:15 em ambiente escuro e deixados em repouso por 24 horas na geladeira. As amostras foram então filtradas e as leituras realizadas em espectrofotômetro a 374 e 535 nm para a determinação de flavonoides e antocianinas respectivamente.

Polifenóis Extraíveis Totais – PET ( $\text{mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}^{-1}$  de ácido gálico): foram estimados a partir do método de Folin-Ciocalteu descrito por Waterhouse (2011), cujas amostras foram diluídas em água e acrescidas do reagente Folin Ciocalteu, e logo após o tempo de reação, foram adicionados de carbonato de sódio sendo a curva padrão preparada com ácido gálico e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 765 nm.

Determinação da capacidade antioxidante sequestrante do radical livre DPPH (1,1- difenil-2-picrilidrazil): foi realizada a partir da obtenção do extrato alcoólico (metanol/acetona) da polpa que a partir do qual foram utilizadas alíquotas em diferentes concentrações juntamente com a solução de DPPH. As leituras foram realizadas a 515 nm, observando-se a redução da absorbância até sua estabilização. O resultado foi expresso na forma de  $\text{EC}_{50}$ (g de polpa/g de DPPH), que corresponde à concentração da amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH (Rufino, et al., 2007).

## 2.4 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância. Verificando efeito significativo para o teste F, os dados foram submetidos ao teste de *Tukey* ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa computacional ASSISTAT® 2016.

## 3. Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são mostrados os resultados da caracterização física do araçá em relação aos diâmetros longitudinal e transversal, assim como a massa fresca do fruto. Os frutos apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) no aspecto físico de diâmetro longitudinal (DL), aumentando de acordo com o avanço dos estádios de maturação. Para o diâmetro transversal

(DT) não houve diferença significativa, com média de 21,5 mm. Dantas (2011) estudando diferentes genótipos de araçás obteve valores para o diâmetro longitudinal (DL) variando de 24,64 mm (estádio I) a 25,27 mm (estádio IV), corroborando com os resultados encontrados neste trabalho.

**Tabela 1.** Valores médios e desvios padrão para diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT) e massa fresca do araçá em quatro estádios de maturação.

Estádios de Maturação	DL (mm)	DT (mm)	Massa fresca (g)
I	24,65 <sup>b</sup> ± 1,44	21,29 <sup>a</sup> ± 1,08	6,39 <sup>a</sup> ± 1,16
II	25,21 <sup>ab</sup> ± 1,47	21,38 <sup>a</sup> ± 1,18	6,44 <sup>a</sup> ± 1,33
III	26,36 <sup>ab</sup> ± 2,73	21,55 <sup>a</sup> ± 1,75	6,56 <sup>a</sup> ± 1,67
IV	26,67 <sup>a</sup> ± 3,96	21,73 <sup>a</sup> ± 2,62	6,81 <sup>a</sup> ± 2,66
CV (%)	10,19	8,25	27,53

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si ( $p < 0,05$ ). Estádios de Maturação: I = Fruto na maturação fisiológica com coloração verde; II = Fruto com quebra da coloração verde; III = Frutos com tom verde amarelada, com predominância de amarelo; IV = Fruto totalmente amarelo. Fonte: Autoria própria.

A massa fresca dos frutos de araçá não variou significativamente, o que pode ter ocorrido devido aos frutos já estarem em maturação fisiológica. Para Dantas (2011) avaliando frutos de araçazeiro em diferentes estádios de maturação, a massa fresca variou em média de 7,53g a 8,17g, um pouco acima das médias encontradas neste trabalho que foi de 6,39g a 6,81g, mínima no estágio I e máxima no estágio IV de maturação. Já Melo et al., (2013), obtiveram valores semelhantes aos desta pesquisa, encontrando valores de 6,4g a 7,83g para os estádios II e IV, respectivamente.

De acordo com a Tabela 2, observa-se que o volume e a densidade dos araçás não sofreram variação durante a maturação, sendo a média desses valores de 6,2 cm<sup>3</sup> e 1,06g/cm<sup>3</sup>, respectivamente. Os frutos apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na firmeza, exibindo uma redução nesse parâmetro com o avanço da maturação, sendo esta diminuição de aproximadamente 50% do seu valor de um estágio para outro.

**Tabela 2.** Valores médios e desvios padrão para volume, densidade e firmeza do araçá em quatro estádios de maturação.

Estádios de Maturação	Volume (cm <sup>3</sup> )	Densidade (g/ cm <sup>3</sup> )	Firmeza (N)
I	5,80 <sup>a</sup> ± 1,18	1,11 <sup>a</sup> ± 0,08	51,90 <sup>a</sup> ± 7,02
II	6,03 <sup>a</sup> ± 1,27	1,06 <sup>a</sup> ± 0,08	27,78 <sup>b</sup> ± 6,57
III	6,30 <sup>a</sup> ± 1,57	1,06 <sup>a</sup> ± 0,21	17,35 <sup>c</sup> ± 7,12
IV	6,66 <sup>a</sup> ± 2,85	1,04 <sup>a</sup> ± 0,10	8,13 <sup>d</sup> ± 3,90
CV (%)	29,83	12,62	23,94

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si (p<0,05). Estádios de Maturação: I = Fruto na maturação fisiológica com coloração verde; II = Fruto com quebra da coloração verde; III = Frutos com tom verde amarelada, com predominância de amarelo; IV = Fruto totalmente amarelo. Fonte: Aatoria própria.

A Tabela 3 apresenta os resultados da caracterização físico-química do araçá em relação ao teor de Sólidos Solúveis (SS), Acidez Titulável (AT), pH e a Relação Sólidos Solúveis e Acidez Titulável (SS/AT). O conteúdo de sólidos solúveis do araçá aumentou com o amadurecimento dos frutos, com valores de 6,27% (estádio I) e 12,3% (estádio IV), sendo a variação significativamente entre todos os estádios de maturação. Os sólidos solúveis dos frutos de araçá estudados por Dantas (2011) foram de 8,82% para o estágio de maturação I e de 12,72% para o IV, e ainda Melo et al., (2013) encontraram 8,0% e 11,0% de sólidos solúveis para os araçás nos estádios I e III respectivamente, as duas pesquisas trazem resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho.

**Tabela 3.** Valores médios e desvios padrão para sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH e relação SS/AT do araçá em quatro estádios de maturação.

Estádios de Maturação	SS (%)	AT (% de ácido cítrico)	pH	SS/AT
I	6,27 <sup>d</sup> ± 0,25	1,52 <sup>a</sup> ± 0,02	3,60 <sup>c</sup> ± 0,33	4,14 <sup>d</sup> ± 0,21
II	7,47 <sup>c</sup> ± 0,17	1,47 <sup>a</sup> ± 0,33	3,60 <sup>c</sup> ± 0,02	5,09 <sup>c</sup> ± 0,23
III	8,50 <sup>b</sup> ± 0,28	1,35 <sup>b</sup> ± 0,06	3,70 <sup>b</sup> ± 0,06	6,28 <sup>b</sup> ± 0,49
IV	12,30 <sup>a</sup> ± 0,14	1,23 <sup>c</sup> ± 0,02	3,80 <sup>a</sup> ± 0,02	9,96 <sup>a</sup> ± 0,09
CV (%)	5,47	0,01	0,01	5,51

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si (p<0,05). Estádios de Maturação: I = Fruto na maturação fisiológica com coloração verde; II = Fruto com quebra da coloração verde; III = Frutos com tom verde amarelada, com predominância de amarelo; IV = Fruto totalmente amarelo. Fonte: Aatoria própria.

Em relação à acidez, houve uma diminuição com o avanço da maturação dos frutos, mostrando diferença significativa entre os estádios, com valores médios variando de 1,52 (estádio I) a 1,23 (estádio IV). Esses valores foram próximos das concentrações encontradas por Melo et al., (2013) de 1,02% a 1,21% de ácido cítrico, caracterizando três estádios de maturação do araçá e maiores ao encontrado por Damiani et al., (2013) que obtiveram 0,52%. A acidez titulável em ácido cítrico encontrada no araçá pode estar relacionada aos compostos voláteis responsáveis pelo aroma característico do fruto, já que esse apresenta diversos componentes voláteis.

Para o pH, os estádios I e II diferiram dos demais estádios, porém não diferiram entre si. Com o avanço da maturação, os frutos apresentaram um aumento do pH, com valores entre 3,6 para os estádios de maturação I e II a 3,8 estádio IV. O mesmo ocorreu com a relação SS/AT, variando de 4,14 (estádio I) a 9,96 (estádio IV). Os valores encontrados por Dantas (2011) foram superiores aos deste estudo, variando de 7,06 (estádio I) a 12,26 (estádio IV), essa diferença ocorreu principalmente pelo fato dos frutos apresentarem menor acidez titulável.

**Tabela 4.** Valores médios e desvios padrão para Açúcares Solúveis Totais (AST), Proteínas (PRO) e Lipídios (LIP) do araçá em quatro estádios de maturação.

Estádios de Maturação	AST (%)	PRO (%)	LIP (%)
I	4,83 <sup>d</sup> ± 0,70	1,07 <sup>a</sup> ± 0,24	0,59 <sup>a</sup> ± 0,05
II	6,63 <sup>c</sup> ± 1,31	1,08 <sup>a</sup> ± 0,24	0,55 <sup>ab</sup> ± 0,03
III	8,57 <sup>b</sup> ± 0,10	1,17 <sup>a</sup> ± 0,20	0,48 <sup>b</sup> ± 0,03
IV	11,74 <sup>a</sup> ± 0,36	1,26 <sup>a</sup> ± 0,02	0,31 <sup>c</sup> ± 0,06
CV (%)	7,47	0,04	0,01

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si ( $p < 0,05$ ). Estádios de Maturação: I = Fruto na maturação fisiológica com coloração verde; II = Fruto com quebra da coloração verde; III = Frutos com tom verde amarelada, com predominância de amarelo; IV = Fruto totalmente amarelo. Fonte: A autoria própria.

De acordo com a Tabela 4, o teor de Açúcares Solúveis Totais (AST) aumentou com o avanço da maturação do araçá, apresentando diferença significativa entre todos os estádios de maturação, variando de 4,83% (estádio I) para 11,74% (estádio IV). Esses resultados corroboram com os encontrados por Dantas (2011), que também verificou, em quatro estádios de maturação, um teor de AST entre 3,64% a 9,33%.

Não foi observada diferença significativa no teor de proteínas do araçá nos diferentes estádios de maturação, com média de 1,15% dos estádios I a IV respectivamente. Damiani et al., (2013) avaliando as alterações nas propriedades físico-químicas e microbiológicas da polpa de araçá congelada durante o armazenamento obteve valores de 1,87% de proteínas, assim como Melo (2019) avaliando as propriedades físico-químicas e características histoquímicas do araçá obteve média de 1,16% de proteína, resultados bem próximos aos encontrados neste trabalho.

Para o teor de lipídios, os frutos apresentaram diferença significativa entre os estádios, com declínio ao avanço da maturação, variando de 0,59% (estádio I) a 0,31% (estádio IV). Teor semelhante ao mencionado por Melo (2019), o qual relatou valores entre 0,53% e 0,65% de lipídios. Os resultados deste estudo também foram aproximados ao encontrado por Damiani et al., (2013) para a polpa do araçá que foi de 0,33% de lipídios.

Na Tabela 5 são mostrados os resultados de compostos bioativos presentes no araçá referente aos teores de ácido ascórbico, clorofila e carotenoides. Observa-se um aumento no conteúdo de ácido ascórbico nos frutos com o avanço da maturação, com os valores médios variando de 5,08mg.100 g<sup>-1</sup> (estádio I) a 9,99 mg.100g<sup>-1</sup> (estádio IV). Para os estádios I e II não houve diferença significativa, porém estes diferiram dos demais estádios. Comportamento similar a este foi relatado por Dantas (2011) em araçá de diferentes genótipos e estádios, porém com valores superiores aos deste trabalho, com médias de 17,1 mg.100g<sup>-1</sup> (estádio I) até 46,45 mg.100g<sup>-1</sup> (estádio IV).

**Tabela 5.** Valores médios e desvios padrão para ácido ascórbico, clorofila e carotenoides totais do araçá em quatro estádios de maturação.

Estádios de Maturação	Ácido Ascórbico (mg.100g <sup>-1</sup> )	Clorofila (mg.100g <sup>-1</sup> )	Carotenoides (µg.100g <sup>-1</sup> )
I	5,08 <sup>c</sup> ± 0,40	3,97 <sup>a</sup> ± 0,26	1,16 <sup>bc</sup> ± 0,03
II	5,32 <sup>c</sup> ± 0,33	3,22 <sup>ab</sup> ± 0,19	1,28 <sup>ab</sup> ± 0,06
III	6,10 <sup>b</sup> ± 0,35	2,53 <sup>b</sup> ± 0,36	1,34 <sup>a</sup> ± 0,05
IV	9,99 <sup>a</sup> ± 0,36	1,51 <sup>c</sup> ± 0,45	1,10 <sup>c</sup> ± 0,07
CV	4,29	0,97	0,01

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si (p<0,05). Estádios de Maturação: I = Fruto na maturação fisiológica com coloração verde; II = Fruto com quebra da coloração verde; III = Frutos com tom verde amarelada, com predominância de amarelo; IV = Fruto totalmente amarelo. Fonte: Autoria própria.

O teor de clorofila total diminuiu com o amadurecimento do araçá, não diferindo significativamente apenas entre os estádios I e II, II e III. Os valores obtidos variaram de 3,97 mg.100g<sup>-1</sup> (estádio I) a 1,51 mg.100g<sup>-1</sup> (estádio IV). Dantas (2011) encontrou maiores teores de clorofila total, de 13,77 mg.100g<sup>-1</sup> (estádio I) e 2,90 mg.100g<sup>-1</sup> (estádio IV), ressaltando apenas que estes resultados se referem apenas as cascas do araçá, onde temos uma maior concentração destes componentes.

Para os carotenoides totais no araçá, observa-se que houve um pequeno aumento entre os estádios I e III, variando de 1,16 µg.100g<sup>-1</sup> para 1,34 µg.100g<sup>-1</sup> respectivamente, porém no estádio IV houve uma redução para 1,10 µg.100g<sup>-1</sup>. O estádio IV apresentou a menor média entre todos os estádios, diferindo estatisticamente dos estádios II e III e não apresentando diferença estatística em relação ao estádio I. Fetter et al., (2010), encontraram valores semelhantes para araçá amarelo (1,07 µg.100g<sup>-1</sup>), já Dantas (2011) estudando o teor de carotenoides em casca de araçá observou uma redução de 0,19µg.100g<sup>-1</sup> para 0,13µg.100g<sup>-1</sup> para os estádios I e IV respectivamente, valores inferiores aos encontrados neste trabalho.

Na Tabela 6 são mostrados os resultados de compostos bioativos referentes aos flavonoides amarelos, antocianinas, compostos fenólicos presentes no araçá e sua capacidade antioxidante. O incentivo para o consumo de frutas está associado ao seu potencial antioxidante, relacionado aos compostos fenólicos, vitaminas entre outros compostos bioativos presentes nestas matérias primas. Dentre os compostos fenólicos de maior interesse estão os flavonoides, que devido a sua ação antioxidante têm sido associados a resultados benéficos em relação à saúde humana, como na prevenção contra doenças cardiovasculares (Granato, 2016).

Como podemos observar, o araçá no estádio I (verde) apresentou maior conteúdo desses compostos quando comparado ao fruto no estádio IV (amarelo), com uma redução de aproximadamente 36% no conteúdo com o amadurecimento, sendo os valores médios obtidos de 10,29 mg.100g<sup>-1</sup> (estádio I) e de 6,38 mg.100g<sup>-1</sup> (estádio IV). Vanin (2015) avaliando o araçá amarelo em termos de atividade antioxidante e nutricional, também observou um declínio no conteúdo de flavonoides, variando de 18,69 mg.100g<sup>-1</sup> no fruto verde a 13,28 mg.100g<sup>-1</sup> no fruto maduro

**Tabela 6.** Valores médios e desvios padrão para flavonoides, antocianinas, compostos fenólicos e capacidade antioxidante do araçá em quatro estádios de maturação.

Estádios de Maturação	Flavonoides (mg.100g <sup>-1</sup> )	Antocianinas (mg.100g <sup>-1</sup> )	Fenólicos (mg.100g <sup>-1</sup> )	Capacidade antioxidante EC <sub>50</sub> (g polpa.g DPPH <sup>-1</sup> )
I	10,29 <sup>a</sup> ± 0,61	0,58 <sup>a</sup> ± 0,03	838,97 <sup>a</sup> ± 24,99	7,31 <sup>d</sup> ± 1,30
II	8,40 <sup>b</sup> ± 0,49	0,46 <sup>b</sup> ± 0,02	562,62 <sup>b</sup> ± 70,48	39,40 <sup>c</sup> ± 0,37
III	7,51 <sup>bc</sup> ± 0,43	0,45 <sup>b</sup> ± 0,04	362,84 <sup>c</sup> ± 25,73	85,32 <sup>a</sup> ± 1,01
IV	6,38 <sup>c</sup> ± 0,28	0,49 <sup>b</sup> ± 0,01	365,01 <sup>c</sup> ± 26,87	79,07 <sup>b</sup> ± 0,74
CV	2,39	0,00	3,91	4,39

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si ( $p < 0,05$ ). Estádios de Maturação: I = Fruto na maturação fisiológica com coloração verde; II = Fruto com quebra da coloração verde; III = Frutos com tom verde amarelada, com predominância de amarelo; IV = Fruto totalmente amarelo. Fonte: Autoria própria.

Em relação às antocianinas, verificou-se diferença significativa apenas entre o estágio I e os demais estádios, onde observamos uma redução deste parâmetro com o amadurecimento dos frutos, apresentando valor médio máximo de 0,58 mg.100g<sup>-1</sup> e mínimo de 0,46 mg.100g<sup>-1</sup> para os estádios I e II respectivamente (Tabela 6).

Os teores de compostos fenólicos contidos no araçá em diferentes estádios de maturação apresentaram uma tendência a maiores quantidades no fruto verde em relação ao maduro. Os frutos apresentaram uma redução considerável com o avanço da maturação, sendo esta de 838,97 mg.100g<sup>-1</sup> (estádio I) para 365,01 mg.100g<sup>-1</sup> (estádio IV). O decréscimo ocorrido com o avanço da maturação pode ser atribuído a uma série de alterações químicas e enzimáticas de determinados fenóis durante o amadurecimento dos frutos. Medina et al. (2011) relatam valores para o araçá, entre 402,68 mg.100g<sup>-1</sup> a 528,3 mg.100g<sup>-1</sup>. A concentração de compostos fenólicos do presente estudo foi próxima à encontrada por Vinholes et al., (2017), que verificou um teor de 603,1 mg.100g<sup>-1</sup> para o araçá amarelo. Concentrações inferiores foram verificadas por Vanin (2015), que encontrou teor de 154,20 mg.100g<sup>-1</sup> em araçá amarelo. Fetter et al. (2010) avaliaram diferentes genótipos de araçá e reportaram teores entre 298,51 e 1851,38 mg.100g<sup>-1</sup>.

O método para determinação da atividade antioxidante, utilizado neste trabalho, consiste na redução do radical DPPH (coloração púrpura) que, ao receber um elétron ou um radical hidrogênio, altera sua coloração para amarelo, ficando estável. O desaparecimento da coloração pode ser avaliado pelo decréscimo da absorbância. Quanto menor o valor de EC<sub>50</sub>

(concentração de extrato capaz de reagir com 50% do radical presente na solução de DPPH) maior é sua atividade antioxidante, pois será necessária uma menor quantidade de extrato para reduzir 50% do radical livre DPPH. Estudos têm mostrado que para o noni os melhores resultados de atividade antioxidante são obtidos pela captura de radicais DPPH como os realizados por Costa et al. (2013).

Através dos resultados obtidos na análise de DPPH pelo  $EC_{50}$ (g de polpa.g de DPPH<sup>-1</sup>), onde valores menores indicam maior atividade antioxidante, é possível observar que os frutos no estágio I de maturação (verde) apresentaram um maior potencial antioxidante, reduzindo esta capacidade com o avanço da maturação, os valores médios variaram de 7,31 g polpa.g DPPH<sup>-1</sup> (estádio I) a 85,32 g polpa.g DPPH<sup>-1</sup> (estádio III). A maior atividade antioxidante do araçá no estágio I de maturação pode estar relacionada com a contribuição do conteúdo da clorofila, flavonoides e dos compostos fenólicos, cada um agindo de uma forma diferente frente aos radicais.

#### **4. Considerações Finais**

Pelos resultados obtidos foi possível verificar que os frutos apresentaram oscilações nos valores dos parâmetros físicos avaliados, com destaque para a firmeza a qual reduziu praticamente metade do seu valor de um estágio para outro. Com o avanço da maturação houve um aumento nos teores de sólidos solúveis, na relação SS/AT e açúcares solúveis totais, o que contribui na aceitação sensorial do fruto.

O araçá apresentou em sua composição quantidade considerável de compostos biologicamente ativos, com destaque para os flavonoides, clorofila e compostos fenólicos, os quais constituem uma boa fonte de antioxidantes naturais. Foi possível perceber também uma relação entre o teor de compostos fenólicos totais e o potencial antioxidante, uma vez que quanto maior o teor de compostos fenólicos maior a atividade antioxidante, especialmente em seu estágio inicial de maturação.

Estes resultados contribuem para o conhecimento sobre os benefícios do araçá, como uma boa fonte de nutrientes e compostos bioativos, sendo uma fruta com grande possibilidade de exploração econômica na indústria alimentícia.

## Referências

- Acosta, T. (2018). *Armazenamento, características físico-químicas e compostos bioativos em frutos de araçazeiro amarelo*. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.
- Association of Official Analytical Chemists. (2005). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 18 ed. Gaithersburg, Maryland.
- Costa, A. G. V., Diaz-Garcia, D. F., Jimenez, P., & Silva, P. I. (2013). Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red-black berries. *Journal Functional Foods*, 5, 539-549.
- Damiani, C., Lage, M. E., Silva, F. A., Pereira, D. E. P., Becker, S. F., & Vilas Boas, E. D. B. (2013). Changes in the physicochemical and microbiological properties of frozen araçá pulp during storage. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(3), 723-729.
- Dantas, A. L. (2011). *Qualidade, compostos bioativos, atividade antioxidante e enzimática de frutos de araçazeiros (Psidium sp.) do brejo paraibano*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, Brasil.
- Fetter, M. R., Vizzotto, M., Corbelini, D. D., & Gonzalez, T. N. (2010). Propriedades funcionais de araçá-amarelo, araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine) e araçá-pera (*P. acutangulum* D.C.) cultivados em Pelotas/RS. *Brazilian Journal of Food Technology*, III SSA: 92-95.
- Francis, F. J. (1982). Analysis of anthocyanins: Anthocyanins as food colors. *Academic Press*, 181-207.
- Granato, D. (2016). Determinação de compostos fenólicos majoritários em alimentos e extratos vegetais: orto-difenólicos, flavonoides totais, antocianinas, proantocianidinas e flavonóis totais. *Análise Química, Propriedades Funcionais e Controle de Qualidade de Alimentos e Bebidas: uma abordagem teórico-prática*. 1.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 8, 193-221.

Ial, I. A. L. (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. IAL, *Normas Analíticas*.

Lichtenthaler, H. A. (1987). Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic membranes. *Methods Enzymol.* 148, 350-383.

Lopes, M. M. A., & Silva, E. O. (2018). Araçá- *Psidium cattleianum* Sabine. In: Rodrigues, S.; Silva, E. O.; Brito, E. S. *Exotic Fruits*. Amsterdam: Elsevier, 31-36p.

Medina, A. L., Haas, L. I. R., Chaves, F. C., Salvador, M., Zambiasi, R. C., Silva, W. P., Nora, L., & Rombaldi, C. V. (2011). Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) fruit extracts with antioxidant and antimicrobial activities and antiproliferative effect on human cancer cells. *Food Chemistry*, 128, 916-922.

Melo, A. P. C., Seleguini, A., Teles, H. F., Veloso, V. R. S., & Souza, E. R. B. (2013). Caracterização física de frutos de araçá (*Psidium guineense* Swartz). *Nota Científica. Comunicata Scientiae* 4(1): 91-95.

Melo, D. W. (2019). *Propriedades físico-químicas e características histoquímicas do araçá vermelho (Psidium cattleianum Sabine)*. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

Negri, T. C., Berni, P., & Brazaca, S. (2016). Valor nutricional de frutas nativas e exóticas do Brasil. *Biosaúde*, v. 18, n. 2, p. 82-96.

Neri-Numa, I. A., Sancho, R. A. S., Pereira, A. P. A., & Partore, G. M. (2018). Small Brazilian wild fruits: nutrients, bioactive compounds, health- promotion properties and commercial interest. *Food Research International*, v.103, p.345-360.

Pereira, E. S., Vinholes, J., Franzon, R. C., Dalmazo, G., Vizzotto, M., & Nora, L. (2018). *Psidium cattleianum* fruits: a review on its composition and bioactivity. *Food Chemistry*, v. 258, p.95-103.

Reissig, G. N., Vergara, L. P., Franzon, R. C., Rodrigues, R. S., & Chim, J. F. (2016). Bioactive compounds in conventional and no added sugars red strawberry guava (*Psidium cattleianum* Sabine) jellies. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 38(3), 1-7.

Rufino, M. S. M., Alves, R. E., Brito, E. S., Moraes, S. M., Sampaio, C. G., Pérez-Jiménez, J., & Saura-Calixto, F. D. (2007). Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. *Comunicado Técnico*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. v. 127, 4p.

Vanin, C. R. (2015). *Araçá amarelo: atividade antioxidante, composição nutricional e aplicação de barras de cereais*. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Londrina, PR, Brasil.

Vinholes, J., Lemos, G., Barbieri, R. L., Franzon, R. C., & Vizzotto, M. (2017). In vitro assessment of the antihyperglycemic and antioxidant properties of araçá, butiá and pitanga. *Food Bioscience*, 19, 92-100.

Yemm, E. W., & Willis, A. J. (1954). The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochemical Journal*. 57, 769-773.

Waterhouse, A. (2011). Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, p. 3-5.

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

Emanuel Tarcísio do Rêgo Farias – 20%

Adriana Ferreira dos Santos – 20%

Maíra Felinto Lopes – 20%

Júlia Medeiros Bezerra – 20%

Fernanda Vanessa Gomes da Silva – 20%