

RAFAELA DA ROSA SARTORETTO

**ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E COMPOSTOS BIOATIVOS EM FOLHAS E
CASCAS DO CAULE DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE GUABIROBEIRA
(*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg).**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Orientador: Cassandro Vidal Talamini do Amarante.

Co-orientadora: Darlene Cavalheiro.

**PINHALZINHO, SC
2020**

© 2020 Fundação Universidade do Estado de Santa Catarina

Todos os direitos reservados. Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.

Disponível também em formato eletrônico.

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CEO/UDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Sartoretto, Rafaela Da Rosa

Atividade antioxidante e compostos bioativos em folhas e cascas do caule de diferentes genótipos de guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg). / Rafaela Da Rosa Sartoretto.

-- 2020.
64 p.

Orientador: Cassandro Vidal Talamini do Amarante

Coorientador: Darlene Cavalheiro

Dissertação (mestrado)-- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Educação Superior do Oeste, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Chapecó, 2020.

1. Guabiroba. 2. Compostos Fenólicos. 3. Flavonóides. 4. Taninos. 5. Pigmentos Fotossintéticos. I. Vidal Talamini do Amarante, Cassandro. II. Cavalheiro, Darlene. III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Educação Superior do Oeste, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. IV. Título.

RAFAELA DA ROSA SARTORETTO

**ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E COMPOSTOS BIOATIVOS EM FOLHAS E
CASCAS DO CAULE DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE GUABIROBEIRA
(*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg).**

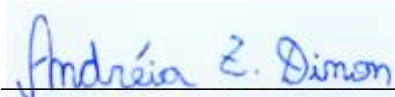
Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade do Estado Santa Catarina.

Orientador:



Cassandro Vidal Talamini do Amarante (UDESC/CAV)

Membros:



Andréia Zílio Dinon (UDESC/CEO)



Odivan Zanella (IFRS/CAMPUS SERTÃO RS)

Pinhalzinho, 28 de maio de 2020.

“O importante não é onde você começa,
mas sim as decisões que toma sobre o lugar
a que está determinado a alcançar.”
(Anthony Robbins)

RESUMO

Frutos, cascas, polpa e sementes, de plantas do cerrado, como da espécie em estudo, *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg, são alvos de pesquisas em busca de extratos com propriedades funcionais, biotecnológicas, bioativas e medicinais. Embora existam estudos em folhas de diversos gêneros de *Campomanesia*, estudos quantitativos em extratos de cascas do caule são escassos, bem como não há publicação de estudos com diferentes genótipos desta espécie. Diante desta oportunidade, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o potencial antioxidante e quantificar os compostos bioativos presentes nos extratos etanólicos de folhas e cascas do caule em oito genótipos de guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg). Amostras de dois órgãos vegetais (folhas e cascas do caule) foram coletadas na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), localizada em Lages-SC, em duas estações do ano (verão e inverno), de modo a identificar se há influência da estação de coleta e do tecido vegetal sob as variáveis analisadas. Foram determinados a atividade antioxidante total (AAT) dos extratos pelo sequestro dos radicais livres DPPH e ABTS e quantificados os teores de compostos fenólicos totais (CFT), flavonoides, taninos, carotenoides e clorofilas totais. A análise de correlação de Pearson foi aplicada entre as variáveis independentes CFT, flavonoides e taninos *versus* a variável dependentes AAT. Para todos os compostos bioativos avaliados, bem como para a AAT, os resultados foram superiores nos extratos etanólicos de folhas, exceto para taninos, cuja maior concentração do composto foi determinada nas cascas do caule. Em todas as análises, as amostras coletadas no verão, condizente ao período de ativo desenvolvimento do vegetal, apresentaram maiores teores para os compostos avaliados, indicando que a estação do ano, relacionada à maior incidência solar, influenciam na maior produção desses compostos pelo metabolismo secundário da planta. Houve correlação significativa para CFT, flavonoides e taninos *versus* a AAT (quantificada através dos métodos DPPH e ABTS) nos tecidos avaliados, indicando que os taninos e flavonoides são os principais responsáveis pela AAT das folhas e cascas do caule da guabirobeira. Analisando individualmente os dados da coleta no verão, os resultados mostram que as folhas apresentaram valores de CFT e flavonoides 4 e 2,5 vezes maiores que em cascas do caule, respectivamente. Já para taninos, as cascas do caule apresentaram 3 vezes maior concentração que as folhas. O genótipo 5 apresentou maiores valores de CFT, flavonoides e taninos nas folhas, e o genótipo 8 apresentou maior AAT nas folhas. A AAT nas folhas, quantificada pelos métodos DPPH e ABTS, foram 2,5 a 1,5 vezes superior aos de cascas do caule, respectivamente. Em geral os genótipos 5 e 8 foram os que apresentaram maiores teores de compostos bioativos, indicando que além da estação do ano e do tipo de material vegetal, a variabilidade genética influencia diretamente nos diferentes teores de compostos bioativos e atividade antioxidante. Os teores de carotenoides e clorofilas nas folhas foram 2 a 3 vezes maiores que em cascas do caule, respectivamente, com destaque para o genótipo 6, com maior quantidade de pigmentos fotossintéticos. Neste contexto, este trabalho contribui no fornecimento de dados sobre influência da estação de coleta, tipo de tecido e genótipo

de guabirobeira quanto ao conteúdo de compostos bioativos de interesse para a indústria farmacêutica e de alimentos, assim, agregando valor comercial para partes da guabirobeira ainda pouco exploradas.

Palavras-chave: Guabiroba. Compostos fenólicos. Flavonoides. Taninos. Pigmentos fotossintéticos.

ABSTRACT

Fruits, bark, pulp and seeds, of plants of the cerrado, as of the species in study, *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg, are targets of research in search of extracts with functional, biotechnological, bioactive and medicinal properties. Although there are studies on leaves of several genera of *Campomanesia*, quantitative studies on stem bark extracts are scarce, as well as there is no publication of studies with different genotypes of this species. Faced with this opportunity, the objective of this research was to evaluate the antioxidant potential and quantify the bioactive compounds present in the ethanolic extracts of leaves and stem bark in eight genotypes of guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg). Samples of two plant organs (leaves and stem bark) were collected at the Experimental Station of the Santa Catarina Agricultural Research and Extension Company (AGRIEC), located in Lages-SC, in two seasons (summer and winter), in order to identify if there is an influence of the collection station and the plant tissue under the analyzed variables. The total antioxidant activity (TAA) of the extracts was determined by the sequestration of the free radicals DPPH and ABTS and the levels of total phenolic compounds (TPC), flavonoids, tannins, carotenoids and total chlorophylls were quantified. Pearson's correlation analysis was applied between the independent variables TPC, flavonoids and tannins versus the dependent variable TAA. For all bioactive compounds evaluated, as well as for TAA, results were superior in leaf ethanolic extracts, except for tannins, whose higher concentration of the compound was determined in the stem bark. In all analyses, the samples collected in the summer, according to the period of active development of the plant, presented higher levels for the compounds evaluated, indicating that the season of the year, related to higher solar incidence, influence the higher production of these compounds by the secondary metabolism of the plant. There was a significant correlation for TPC, flavonoids and tannins versus TAA (quantified by the DPPH and ABTS methods) in the tissues evaluated, indicating that tannins and flavonoids are the main responsible for TAA in guabirobeira leaves and stem bark. Analyzing the data from the summer collection individually, the results show that the leaves had TPC and flavonoid values 4 and 2.5 times higher than in stem bark, respectively. For tannins, the bark of the stem was 3 times more concentrated than the leaves. Genotype 5 showed higher values of TPC, flavonoids and tannins in the leaves, and genotype 8 showed higher TAA in the leaves. The TAA on leaves, quantified by the DPPH and ABTS methods, was 2.5 to 1.5 times higher than on stem bark respectively. In general, genotypes 5 and 8 had the highest levels of bioactive compounds, indicating that besides the season and the type of plant material, genetic variability directly influences the different levels of bioactive compounds and antioxidant activity. The contents of carotenoids and chlorophylls in the leaves were 2 to 3 times higher than in stem shells, respectively, with emphasis on genotype 6, with higher amount of photosynthetic pigments. This work contributes to the provision of data on the influence of the collection station, tissue type and guabirobeira genotype on the content of bioactive compounds of interest to the pharmaceutical and food industry, thus adding commercial value to parts of guabirobeira yet little explored.

Keywords: Guabiroba. Phenolic compounds. Flavonoids. Tannins. Photosynthetic pigments.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Compostos fenólicos totais (CFT) em folhas e cascas do caule em genótipos de guabiroba em função da estação de coleta. Lages, SC, safra 2018.....	34
Tabela 2 - Flavonoides totais em folhas e cascas do caule em genótipos de guabiroba em função da estação de coleta. Lages, SC, safra 2018.....	37
Tabela 3 - Atividade antioxidante total (AAT), determinada pelos métodos DPPH e ABTS, nas folhas e cascas do caule em genótipos de guabirobeira em função da estação de coleta. Lages, SC, safra 2018.....	40
Tabela 4 - Análise de correlação entre compostos fenólicos totais (CFT), Flavonoides e Taninos versus AAT (ABTS e DPPH) nas folhas e cascas do caule em genótipos de guabirobeira em função da estação de coleta. Lages, SC, safra 2018.....	43
Tabela 5 - Taninos totais em folhas e cascas do caule em genótipos de guabiroba em função da estação de coleta. Lages, SC, safra 2018.....	47
Tabela 6 - Teores de carotenoides e clorofilas totais em folhas e cascas do caule em genótipos de guabiroba em função da estação de coleta. Lages, SC, safra 2018.....	49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 OBJETIVOS	21
2.1 GERAL	211
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3 REVISAO BIBLIOGRÁFICA	222
3.1 GUABIROBEIRA	222
3.2 COMPOSTOS BIOATIVOS	25
4. MATERIAIS E MÉTODOS	28
4.1 LOCAL DE COLETA, MATERIAL VEGETAL E PREPARO DAS AMOSTRAS	28
4.2 PREPARO DOS EXTRATOS	29
4.3 ANÁLISE DO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS (CFT).....	30
4.4 QUANTIFICAÇÃO DE FLAVONOIDES TOTAIS.....	30
4.5 ANÁLISE DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL (AAT)	30
4.5.1 Método DPPH	30
4.5.2 Método ABTS	31
4.6 QUANTIFICAÇÃO DE TANINOS TOTAIS.....	31
4.7 QUANTIFICAÇÃO DE CLOROFILAS E CAROTENOIDES TOTAIS	32
4.8 DELINEAMENTO E VARIÁVEIS ANALISADAS.....	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1 ANÁLISE DOS COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS.....	33
5.2 ANÁLISE DE FLAVONOIDES	36
5.3 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL (AAT).....	39
5.4 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO	42
5.5 ANÁLISE DOS TANINOS	46
5.6 CAROTENOIDES E CLOROFILAS TOTAIS	48
6 CONCLUSÕES	53
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

1 INTRODUÇÃO

A guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg) é uma frutífera lenhosa, nativa do cerrado brasileiro, facilmente encontrada em seu habitat natural, em formações florestais, com maior frequência na Região Sul e Sudeste do Brasil e outros locais como Argentina, Paraguai e Uruguai (AMARAL et al., 2016). É uma planta indicada para plantios em áreas degradadas e frequentemente é cultivada em quintais e utilizada como espécie ornamental (Souza & Lorenzi 2005). É amplamente disseminada pela avifauna que ingere seus frutos (LORENZI, 1992).

Seu fruto é fonte de minerais e de compostos bioativos como ácido ascórbico e compostos fenólicos, indicando boa atividade antioxidante (ROCHA et al., 2011; PEREIRA et al., 2012). Possui potencial para industrialização e desperta interesse biotecnológico para o desenvolvimento de novos produtos em virtude dos seus atributos de qualidade sensorial (CARAMORI et al., 2004; VALLILO et al., 2008; ADAN, 2010; SANTOS, 2011). Assim como o fruto, as demais partes da planta despertam o interesse pelo estudo em busca de compostos bioativos e propriedades antioxidantes, como folhas e cascas do caule.

Sobre as suas folhas, há estudos quanto à sua utilização na medicina popular, cujo seu consumo se dá através da infusão das folhas, o qual é indicado para inúmeras patologias como diarreia, reumatismo, redução dos níveis de colesterol e triglicérides, obesidade, úlcera gástrica, cistites e uretrites (ALVES et al., 2013; FERREIRA et al., 2013; PALOZZA et al., 2012; VINAGRE et al., 2010; KLAFKE et al., 2010; BIAVATTI, 2004; BALLVE et al., 1995).

Embora existam estudos em extratos de folhas de diversos gêneros de *Campomanesia*, há poucos estudos quantitativos de compostos bioativos em extratos de

folhas de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg, em Santa Catarina e referente as cascas do caule, os estudos são escassos. Além disso, não há publicação de estudos com diferentes genótipos desta espécie, promovendo grande relevância pelas propriedades das folhas e cascas do caule desta planta.

Como a maioria dos estudos de composição bioquímica, tanto em termos de composição nutricional, como de potencial tecnológico em *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg, concentra as análises nos frutos, este estudo contribuirá com dados referentes à quantificação de compostos bioativos e potencial antioxidante em folhas e cascas do caule de oito genótipos de guabirobeira, ainda não explorados, localizados em Lages (Santa Catarina).

Compostos bioativos e com capacidade antioxidante, podem ser extraídos, isolados, microencapsulados e utilizados na medicina, no tratamento de patologias relacionadas com o estresse oxidativo, através de medicamento fitoterápico em alternativa à terapêutica habitual (medicamentos químicos sintéticos), na indústria alimentícia tanto na área humana como na área animal, como substitutos dos antioxidantes sintéticos aumentando a vida útil de determinados alimentos processados (BRASIL, 2008; CENTRO DE PESQUISA EM ALIMENTOS E DA FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS DA USP, 2019).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Quantificar os compostos bioativos e avaliar o potencial antioxidante em extratos etanólicos de folhas e cascas do caule de guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg).

2.2 ESPECÍFICOS

- Coletar em diferentes estações do ano (inverno e verão) amostras de folhas e cascas do caule de oito genótipos de guabirobeira e realizar extração etanólica para compostos bioativos.
- Determinar a capacidade antioxidante de cada um dos diferentes extratos.
- Quantificar os compostos fenólicos totais, flavonoides, taninos, carotenoides e clorofilas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 GUABIROBEIRA

Pertencente a uma das 5.600 espécies distribuídas em mais de 132 gêneros da família Myrtaceae, o gênero *Campomanesia* possui 36 espécies conhecidas, com 31 delas na flora brasileira (BARROSO, 1991; GOVAERTS et al., 2008; SOBRAL et al., 2011). Dentre elas, temos a espécie *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. conhecida como guaviroveira, guabirobeira-miúda, guabirobeira-do-mato, guabirobeira-da-serra, guavira e guabirá. Apresenta as seguintes sinônimas botânicas *Eugenia xanthocarpa* Mart., *Campomanesia crenata* O. Berg, *Campomanesia dusenii* Kausel, *Campomanesia malifolia* O. Berg, *Campomanesia rhombea* O. Berg, *Eugenia variabilis* Mart. e *Psidium malifolium* (O.Berg) F. Muell. (REFLORA, 2017).

A literatura é escassa em termos de estudos genéticos para algumas espécies nativas, como é o caso de *Campomanesia xanthocarpa*, o que reforça a necessidade de gerar informações sobre a variabilidade genética existente nas populações encontradas nos remanescentes da Mata Atlântica (PETRY, 2018). Assis (2011) avaliou a diversidade genética de 140 guabirobeiras (*Campomanesia spp.*) representantes de populações nativas do Estado de Goiás, por meio de caracteres morfológicos e marcadores moleculares RAPD. Concluíram que dentre as amostras há uma grande variabilidade genética e alto nível de polimorfismo. Estes resultados complementam um estudo já feito a partir das comparações de características dos frutos da guabiroba na cidade de Dourados, Mato Grosso do Sul, que também indicaram a existência de variabilidade genética e possibilidade de seleção de materiais promissores para o melhoramento vegetal. (PELLOSO et al., 2008). Apesar destes estudos, não há dados na literatura referente aos genótipos existentes de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg para poder contribuir com os dados encontrados neste estudo.

A *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg é uma frutífera lenhosa, nativa do cerrado brasileiro, e pode ser encontrada em Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Decidual, Semidecidual e demais formações vegetais, como a Mata Atlântica. É encontrada do Sudeste ao Sul, com possibilidade de ocorrência da espécie no Nordeste (Bahia) e no Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás e Mato Grosso do Sul) (REFLORA, 2017). Também é relatada no Paraguai, no nordeste da Argentina, Uruguai (LEGRAND, 1957; CORREA, 1974; MATTOS, 1983; AMARAL et al., 2016) e Bolívia (LISBÔA; KINUPP; BARROS, 2011). As plantas arbóreas medem entre 8 e 25 m e as

arbustivas, entre 0,80 e 1,5 m, ocorrendo normalmente em moitas, são dotadas de copa, alongada e densa (ALMEIDA et al., 2000).

As flores são hermafroditas e auto férteis, apresentam coloração branca à creme-esbranquiçada e são melíferas (polinizadas por abelhas e outros insetos). A floração ocorre de setembro a novembro, começando a produzir frutos a partir de um a dois anos após o plantio (Lorenzi et al., 2006).

Os frutos são baga globosa, achatados nos polos, coroadas por sépalas verde-arroxeadas suspensos por um pedúnculo com cerca de 2 cm de comprimento (Sanchotene, 1989). Possuem cor verde quando jovens, e amarelos a alaranjados quando maduros. Possuem características sensoriais apreciáveis sendo adocicados, suculentos e de aroma suave. Produz de 30 a 100 frutos por planta, com dimensões de 1 a 3 cm de comprimento por 2 a 3 cm de diâmetro (Lorenzi et al., 2006). Podem conter até 6 sementes por fruto. A frutificação ocorre de dezembro a janeiro (ALMEIDA et al., 1998).

Os frutos servem de alimento para grande número de pássaros dentre as quais os sabiás, saíras e sanhaços (FRISCH; FRISCH, 2005), pequenos mamíferos, peixes e até répteis, como o lagarto-teiú (*Tupinambis teguixin*), que juntamente com o muriqui (*Brachyteles arachnoides*), representam os dois principais agentes dispersores de suas sementes. Esse aspecto a torna uma espécie chave nos plantios de restauração do ecossistema, especialmente para áreas de matas ciliares (MORAES,1992; CARRARA; CARRARA,1996). Os frutos são consumidos in natura ou utilizados na produção de refrescos, sorvetes e licores, além da produção de doces caseiros, o que indica a presença de substâncias pécticas em teores significativos (SANT'ANNA, 2012).

Segundo Vallilo et al. (2008), os frutos possuem rápido amadurecimento após a colheita e esta é uma das dificuldades encontradas na exploração comercial dos frutos *in natura*. Os frutos apresentam alta atividade de água (0,984), 1,9% de lipídeos, 8,9% de carboidratos totais e 6,3% de fibra alimentar, além de minerais como potássio, fósforo e magnésio (VALLILO et al., 2008). A polpa dos frutos maduros foi analisada por Santos et al. (2009) e apresentou 8,30% de açúcares redutores, 3,84% de fibra bruta, 0,12% de lipídeos e 1,08% de proteínas. Os mesmos autores encontraram teores significativos de compostos fenólicos (1616 mg EAG 100 g⁻¹ de massa úmida) e vitamina C (233,56 mg 100 g⁻¹ de massa úmida) na polpa dos frutos, qualificando-os assim como alimento funcional. No óleo, destaca-se maior porcentagem de ácidos graxos insaturados, sendo o principal componente o ácido oleico (SANTOS et al., 2012). Também em seu óleo essencial foram

identificados 62 componentes, sendo os majoritários α -pineno (15%), o -cimeno (10,8%) e β -pineno (10,5%).

As folhas são simples, opostas, membranáceas, frequentemente assimétricas, brilhantes, com nervuras impressas na face superior e salientes na inferior. Apresentam bordas lisas, porém, dependendo do genótipo, a superfície pode ser lisa ou áspera, e a cor pode ser verde-clara a verde-escura, medindo de 4 a 13 cm de comprimento por 2 a 8 cm de largura (CORREA, 1974; LEGRAND, 1957). No Sul do Brasil, as folhas vêm sendo empregadas em infusões, devido ao conhecimento empírico relacionado ao seu efeito potencial em diferentes distúrbios e patologias. Os índios usam suas folhas, assim como partes do tronco e das cascas do caule para elaboração de chás para o tratamento de sapinhos, feridas na boca, fratura óssea, dor de dente, contusões, dor de barriga, disenteria e para induzir o parto (MARQUESINI, 1995). Sens (2002) relata a utilização dos chás das folhas de guabiroba pelos índios Xokleng (da Terra Indígena Ibirama/SC), com o objetivo de facilitar o parto e estimular a produção de leite. Os efeitos benéficos do consumo deste chá foram comprovados por vários estudos científicos: na redução de colesterol no sangue (KLAFKE et al., 2010), na redução da glicemia e ganho de peso (DICKEL; RATES; RITTER, 2007), como depurativos, antidiuréticos, purificadores do sangue e antirreumático (BALLVE et al., 1995; BIAVATTI et al., 2004; HAAS, 2011), no tratamento de úlcera e outros problemas no estômago, em casos de febre (MARKMAN et al., 2004) e também no controle de diabetes (VINAGRE et al., 2010).

Esta espécie, possui tronco ereto e com caneluras, possui até 60 cm diâmetro, com casca fissurada, de cor marrom com deiscência em tiras delgadas. (DIAS et al., 1998; VACCARO et al., 1999). A madeira é moderadamente pesada, dura, resistente, textura média e de boa durabilidade natural. É empregada para tabuado em geral, para confecção de instrumentos musicais, agrícolas, lenha, carvão e cabos de ferramentas. (SOUZA & LORENZI, 2005; VALLILO et al., 2008). Além disso, a planta é recomendada para arborização urbana, por ser de fácil manutenção, não necessitando de podas de condução e produz abundante floração, o que lhe confere aptidão paisagística. Segundo Carrara (1996), as cascas do caule, sob a forma de chá, são utilizadas no tratamento de cistites e de urenites, com ação antidiarreica e ajudam na cura de hemorroidas, indicando efeito contra algumas patologias.

Segundo Afonso (2008), a casca do caule de plantas do cerrado é fonte de compostos fenólicos, indicando que cascas do caule de *Campomanesia xanthocarpa* O.

Berg., podem representar boa fonte de compostos antioxidantes, despertando maior interesse pelo estudo desta parte da planta, ainda não explorado.

Além disso, não há relatos na literatura de trabalhos envolvendo estudos com diferentes genótipos de guabirobeira, portanto, sendo de fundamental importância identificar quais dos genótipos apresentam maiores compostos bioativos e representam maiores compostos antioxidantes de modo a impulsionar a propagação de cultivo de determinado genótipo.

3.2 COMPOSTOS BIOATIVOS

Os compostos bioativos são constituintes extra nutricionais e ocorrem tipicamente em pequenas quantidades nos alimentos. São metabólitos secundários que, geralmente, estão relacionados com os sistemas de defesa das plantas, contra a radiação ultravioleta ou lesões de insetos ou patógenos (MANACH et al., 2004). Essas substâncias exercem várias ações do ponto de vista biológico, como atividade antioxidante, modulação de enzimas de desintoxicação, estimulação do sistema imune, redução da agregação plaquetária, modulação do metabolismo hormonal, redução da pressão sanguínea, e atividade antibacteriana e antiviral (CARRATU; SANZINI, 2005).

Os antioxidantes são moléculas conhecidas por inibir ou retardar a oxidação de lipídeos, proteínas e DNA no organismo humano (DAI; MUMPER, 2010; NIKI, 2010; MALTA et al., 2012). Essas moléculas podem agir diminuindo a concentração de oxigênio, evitando a fase de iniciação da oxidação, quelando íons metálicos e decompondo produtos primários a compostos que não são radicais (SHAHIDI, 1996). Entretanto, segundo Silva (2008) existem algumas lacunas com relação aos antioxidantes, tais como: a inexistência de recomendação para cada antioxidante; falta de padronização quanto ao real valor antioxidante dos alimentos; e possíveis efeitos tóxicos da administração de elevadas doses desses compostos.

Dentre os compostos bioativos, encontram-se os compostos fenólicos, grupo quimicamente heterogêneo composto por substâncias amplamente distribuídas na natureza, com mais de 8.000 compostos fenólicos já detectados em plantas (BRANDWILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995; TAIZ; ZEIGER, 2004). Esses compostos ocorrem em uma variedade de vegetais, frutas e produtos industrializados, e são responsáveis pela transferência de uma molécula de hidrogênio aos radicais livres, neutralizando a sua ação e impedindo a oxidação (BREWER, 2011). São oriundos do metabolismo secundário, cuja

síntese pode ser aumentada em resposta a uma condição de estresse. São essenciais para o crescimento e reprodução das plantas e atuam como agentes protetores contra patógenos (JACQUES; ZAMBIAZI, 2011). São uma classe de compostos largamente distribuídos nas plantas e têm várias atividades biológicas, destacando-se a prevenção e tratamento de muitas doenças (FANG et al., 2002). Segundo Melo et al. (2008), o perfil dos compostos fenólicos pode variar em razão da espécie, cultivar, estágio de maturação, condições climáticas e até mesmo das condições de armazenamento dos frutos. Compostos fenólicos de fontes vegetais possuem estrutura variável e, com isso, são multifuncionais (SHAHIDI; NACZK, 1995). De acordo com sua estrutura, os compostos fenólicos podem ser divididos em dois grupos: os flavonoides, compostos por flavonas, flavanonas, isoflavonas, flavonóis, flavanóis e antocianinas, e os não flavonoides, que incluem ácidos fenólicos, fenóis simples, cumarinas, taninos e ligninas (MELO; GUERRA, 2002).

Os flavonoides são estruturas polifenólicas de baixo peso molecular encontradas naturalmente nas plantas. São os responsáveis pelo aspecto colorido das folhas e flores, podendo estar presentes em outras partes das plantas, como o caule (BOBBIO; BOBBIO, 2003; VOLP et al., 2008). Esses compostos apresentam atividades antioxidante, antimutagênica e anticarcinogênica em diferentes sistemas (ANDERSON et al. 2000; MIDDLETON; KANDASWAMI, 2000).

Os taninos estão presentes na maioria das plantas e podem variar de concentração nos tecidos vegetais, dependendo da idade, do órgão da planta coletado, da época e do local de coleta (PIZZI, 1993). Estão presentes amplamente nos vegetais, porém sua extração comercial é realizada da casca e/ou do cerne da árvore, onde são encontrados em maiores teores (HEMINGWAY, 1989).

Para a planta, os taninos são responsáveis pela defesa contra os herbívoros e doenças patogênicas (HARBORNE et al., 1991). Já para o homem, os taninos vêm sendo empregados na medicina tradicional, no tratamento de hipertensão arterial, reumatismo, feridas, antioxidante, anti-hemorrágico, cicatrizante e anti-inflamatório (RODRIGUES et al., 2010; SILVA et al., 2012). Estudos vêm atribuindo aos taninos muitas atividades fisiológicas humanas, como a estimulação das células fagocíticas, ação antitumoral, e atividades anti-infectivas (LOGUERCIO, 2005).

Falkenberg et al. (2001) encontraram grandes quantidades de taninos e cumarinas em frutos de guabirobeira, sendo que os taninos são componentes de ação farmacológica. Segundo Rocha et al. (2011), a guabiroba apresenta elevados teores de taninos condensados. Em processos de cura de feridas, queimaduras e inflamações, os taninos

auxiliam formando uma camada protetora (complexo tanino-proteína e/ou polissacarídeo) sobre tecidos epiteliais lesionados, permitindo que, logo abaixo dessa camada, o processo de reparação tecidual ocorra naturalmente (MELLO; SANTOS, 2001). Esse mecanismo de ação é semelhante em patologias estomacais, com a formação de uma camada de tanino-proteína complexados que envolvem e protegem a mucosa estomacal (HASLAM, 1989).

Outro composto bioativo de alto interesse por apresentar atividades antioxidante e pró-vitamina A é o carotenoide. O carotenoide é um dos pigmentos naturais que possuem papel muito importante na fisiologia dos vegetais, conferindo-lhes cor e participando da fotossíntese, juntamente com a clorofila (RODRIGUES; KIMURA, 2004). No tecido foliar, os carotenoides estão localizados nos cloroplastos juntamente com as moléculas de clorofila, em uma relação de três a quatro partes de clorofila para uma parte de carotenoide. Mesmo com a intensa coloração amarelo alaranjada dos carotenoides, o tecido foliar vegetal não apresenta esta coloração devido à sua alta relação clorofilas/carotenoides. Em diversas espécies frutíferas, incluindo os frutos de guabirobeira, entretanto, a quantidade de carotenoides aumenta durante a maturação, concomitantemente à degradação de parte da clorofila, caracterizando a transição de coloração de verde para amarelo (SAUNDERES et al., 2000; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, 2004a). Os carotenoides possuem caráter lipofílico, atuam como antioxidante sobre as lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e lipoproteínas de alta densidade (HDL) (RODRIGUEZ; KIMURA, 2004).

Diversos autores apontaram que o mecanismo mais citado pelo qual os carotenoides proporcionam ações benéficas ao organismo humano é o da ação antioxidante, atuando na proteção de células contra radicais livres e sequestrando espécies reativas de oxigênio, devido à presença de ligações duplas conjugadas em sua estrutura (EDGE et al., 1997; KRINSKY, 2001; YOUNG et al., 2001). Desta forma, os carotenoides podem atuar na desativação de espécies reativas, evitando assim a iniciação de cadeias de oxidação em nível celular que conduzem a peroxidação lipídica e danos à molécula de ácido desoxirribonucleico (DNA) (EDGE et al., 1997; SILVA et al., 2010).

Estudos vêm demonstrando a presença de diversos compostos bioativos em diferentes órgãos vegetais de *Campomanesia xanthocarpa*, incluindo frutos e folhas (SANTOS et al., 2009; KATAOKA; CARDOSO, 2013). Neste contexto, analisar o teor de compostos bioativos e a atividade antioxidante total em folhas e cascas do caule de diferentes genótipos da *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg, torna-se importante para avaliar a influência do genótipo e da estação de coleta para maior obtenção destes

compostos, podendo ser explorados comercialmente, através da industrialização dos extratos para utilização como antioxidante natural nas indústrias alimentar e farmacêutica.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 LOCAL DE COLETA, MATERIAL VEGETAL E PREPARO DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), em Lages-SC (27° 35' O e 50° 05' S, com altitude média de 931 m). O clima de região é classificado como Cfb (temperado subtropical), de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, com temperatura média nos meses mais quentes inferiores a 42 °C e nos meses do inverno entre -2 a 8 °C (EPAGRI, 2008).

O material vegetal foi clonado de plantas oriundas dos municípios de Lages, Campo Belo do Sul e São José do Cerrito, em outubro de 2010, portanto todas possuem a mesma idade e mesmas condições de crescimento. Todos os oito genótipos avaliados apresentam características físicas discrepantes entre si, dentre os quais: diferenças entre os tamanhos das folhas; quantidades de frutos; diâmetro dos caules e altura total.

Foram coletadas amostras aleatórias de folhas e cascas do caule de oito genótipos de guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg.), forma manual, com auxílio de tesoura e faca. A amostragem foi realizada de forma representativa, atingindo todas as partes da árvore, com coletas nos estratos superior e inferior e no interior das plantas. A primeira coleta foi realizada no inverno, no dia 20 de junho de 2018, e a segunda foi realizada no verão, no dia 20 de dezembro de 2018.

Os procedimentos de coletas foram realizados de acordo com o recomendado por Ferreira (2006). Para cada genótipo, foram coletadas 50 g de cascas do caule, definidas como cascas mortas ou ritidomas (de aproximadamente 10 cm²) e 50 g de folhas. Para a coleta, foram eliminadas folhas e cascas que apresentassem qualquer injúria ou danos causados por insetos ou fungos. Após isso, as amostras foram identificadas e armazenadas em embalagens de papel pardo revestidas com papel alumínio, evitando a exposição à luz e oxidação, de modo a preservar os compostos bioativos.

As amostras foram armazenadas em *ultrafreezer* e mantidas em temperatura de -80 °C (± 2 °C) até o momento do preparo e extração dos extratos brutos. Ao todo, foram

coletadas 32 amostras, correspondendo à dois órgãos vegetais de oito genótipos, coletados em duas estações.

As análises foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Alimentos (QUALIAL) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), em Pinhalzinho, SC. As amostras foram avaliadas por método espectrofotométrico para os seguintes atributos: compostos fenólicos totais (CFT), flavonoides, taninos, carotenoides e clorofilas. A atividade antioxidante total (AAT) foi determinada por dois métodos de sequestro dos radicais livres (métodos DPPH e ABTS).

4.2 PREPARO DOS EXTRATOS

Inicialmente, foram realizados testes preliminares, de modo a identificar as melhores condições para extração de compostos fenólicos totais (CFT). Foram testados diferentes temperaturas (20°C; 37°C; 80°C e 100 °C), diferentes tempos de contato entre a amostra e a solução extratora (20'; 40'; 60'; 80') e diferentes soluções (Etanol P.A; Metanol P.A; Hexano; Etanol 70%).

Após definição, foram pesados 5g de cada amostra (em triplicata) em Erlenmeyer, adicionou-se 100 mL de etanol 70% e submeteu-se à agitação constante de 130 rpm em *shaker*, com temperatura controlada de 37 °C (± 2 °C), por um período de 1 hora. Os extratos brutos etanoicos foram filtrados e armazenados em Tubos Falcon envoltos em papel alumínio e mantidos em *ultrafreezer* à -80 °C (± 2 °C) até o momento das análises.

4.3 ANÁLISE DO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS (CFT)

O conteúdo de CFT foi determinado usando o método colorimétrico de Folin-Ciocalteu modificado, descrito por Roesler et al. (2007). Todos os extratos foram diluídos em água destilada, na proporção 1:9 (v/v). Foram adicionados 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu/água destilada (25:75, v/v) à 0,5 mL do EBE diluído, em triplicata, em um tubo de ensaio, seguido de homogeneização em agitador de tubos, com permanência durante 3 min à 20 °C para a reação. Em seguida, foram adicionados 2,0 mL de solução de carbonato de sódio 7,5%, e as amostras foram novamente agitadas e mantidas em repouso durante 1 hora ao abrigo da luz. A absorbância foi determinada no $\lambda=765$ nm, em espectrofotômetro UV-visível. O conteúdo de CFT foi calculado a partir da curva de calibração, preparada

com ácido gálico, e os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido gálico (EAG) 100 g⁻¹ de massa úmida.

4.4 QUANTIFICAÇÃO DE FLAVONOIDES TOTAIS

O teor de flavonoides totais foi quantificado conforme descrito por Zhishen, Mengcheng e Jianming (1999). Os extratos foram diluídos em água destilada, na proporção 1:20 (v/v). Em balão volumétrico de 10 mL, adicionou-se 5 mL do EBE diluído e 0,3 mL de nitrito de sódio 5% (v/v). Após cinco minutos, adicionou-se 0,6 mL de cloreto de alumínio 10%.

Após seis minutos, foram adicionados 2 mL de hidróxido de sódio 1 mol L⁻¹, e em seguida, adicionou-se água destilada até atingir o menisco. A absorbância da solução foi imediatamente lida em espectrofotômetro em UV-visível, em $\lambda=415$ nm. Uma curva padrão foi preparada com catequina e os resultados foram expressos em mg equivalente de catequina (EC) g⁻¹ de massa úmida.

4.5 ANÁLISE DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL (AAT)

Para a determinação da AAT, foram utilizados dois métodos, o DPPH, baseado na capacidade do extrato de sequestrar o radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazila (DPPH) (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995); e o método ABTS, baseado na capacidade de sequestro do radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolína-6-ácido sulfônico) pelo extrato (RUFINO et al., 2007).

4.5.1 Método DPPH

O radical DPPH (0,06 mM) foi preparado no dia da avaliação, diluído em metanol. A leitura da absorbância desta solução foi obtida logo após sua preparação, no comprimento de onda (λ) de 515 nm. Todos os extratos foram diluídos em água destilada na proporção 1:9 (v/v). Foi transferida uma alíquota de 0,1 mL do EBE diluído para tubos de ensaio com 3,9 mL do radical DPPH, em triplicata, com posterior homogeneização em agitador de tubos. A solução foi deixada em repouso em ambiente escuro, e a medida de absorbância foi realizada espectrofotômetro UV visível, no $\lambda=515$ nm, após 30 min de reação. Foi utilizado metanol como branco para calibrar o espectrofotômetro. Uma curva padrão com solução de Trolox (ácido 6- hidroxí-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-carboxílico)

foi construída, e os resultados de AAT foram expressos em μMol equivalente de Trolox g^{-1} de massa úmida.

4.5.2 Método ABTS

O radical ABTS foi gerado a partir da reação da solução estoque de ABTS (7 mM) com o persulfato de potássio (140 mM), mantido no escuro por 16 h, à 20 °C. O radical foi então diluído com etanol até obter uma absorbância de $0,70 \pm 0,05$, no $\lambda=734$ nm. Foram transferidas alíquotas de 30 μL de cada extrato, em triplicata, diluídos na proporção 1:9 (v/v), para tubos de ensaio com 3,0 mL do radical ABTS. As soluções foram homogeneizadas em agitador de tubos, e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro UV visível, no $\lambda=734$ nm, após 6 min de reação. Foi utilizado etanol como branco para calibrar o espectrofotômetro. Uma curva com solução padrão de Trolox foi construída e os resultados de AAT foram expressos em μMol equivalente de Trolox g^{-1} de massa úmida.

4.6 QUANTIFICAÇÃO DE TANINOS TOTAIS

A quantificação dos taninos totais foi efetuada pelo método butanol-HCl (CHEYNIER et al., 1989). Inicialmente, foi preparada uma solução padrão em um balão de 500 mL, composta por 200 mL de ácido clorídrico, 200 mL de butanol e 60 mg de sulfato ferroso hexahidratado, e o volume do balão foi completado com água destilada. Em seguida, foram retirados 100 μL do EBE de cada amostra diluída com água destilada, na proporção 1:49 (v/v) e transferidos para um balão de diluição de 5 mL, e o conteúdo foi completado com água destilada. A solução foi homogeneizada e rotulada como solução A.

Em seguida, em um tubo de ensaio, foram adicionados 2 mL da solução A e 6 mL da solução padrão. Este conteúdo foi homogeneizado e dividido em dois tubos de ensaio, com 4 mL cada e identificados como tubos 1 e 2. O tubo 1 foi colocado em banho fervente (100 °C) durante 30 minutos e arrefecido em seguida. O tubo 2 foi colocado no escuro, à temperatura ambiente, durante 30 minutos. Após isto, a absorbância da solução 1 (Abs_1) e absorbância da solução 2 (Abs_2) foram determinadas no espectrofotômetro em $\lambda=540$ nm. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Foi elaborada uma curva com padrão de taninos e a quantificação dos taninos totais em solução foi realizada pela equação a seguir:

Taninos totais (g L^{-1}) = $(\text{Abs}_2 - \text{Abs}_1) \times 0,1736 \times 50$ (fator de diluição da amostra analisada). Eq.1

O teor de taninos totais foi expresso em mg equivalente de ácido tânico (EAT) g^{-1} de massa úmida.

4.7 QUANTIFICAÇÃO DE CLOROFILAS E CAROTENOIDES TOTAIS

A quantificação de clorofilas e carotenoides foi realizada com base no método de Lichtenthaler (1987). Foram utilizados 2 mL do EBE, que foram homogeneizados com 5 mL de acetona 80% (v/v). O material foi centrifugado com força gravitacional (F) de 1788,80 g, durante 10 minutos e o sobrenadante foi transferido para um balão volumétrico de 25 mL, o qual foi completado com acetona 80% (v:v). A absorbância da solução foi obtida por espectrofotometria UV-Visível nos λ de 470, 647 e 663 nm (identificados como A_{470} , A_{647} e A_{663} , respectivamente). A solução de acetona 80% foi utilizada como branco. Os teores de clorofilas totais, *a* e *b*, e de carotenoides totais, foram calculados através das equações abaixo:

$$\text{Clorofilas totais} = 7,15 (A_{663}) + 18,71 (A_{647}) \quad \text{Eq.2}$$

$$\text{Clorofila } a \text{ (Chl } a) = 12,25 (A_{663}) - 2,79 (A_{647}) \quad \text{Eq.3}$$

$$\text{Clorofila } b \text{ (Chl } b) = 21,50 (A_{647}) - 5,10 (A_{663}) \quad \text{Eq.4}$$

$$\text{Carotenoides totais} = [1000 (A_{470}) - 1,82 \text{ Chl } a - 85,02 \text{ Chl } b]/198 \quad \text{Eq.5}$$

A análise foi realizada em triplicata, e os valores foram expressos em miligramas de pigmento fotossintético g^{-1} de massa úmida.

4.8 DELINEAMENTO E VARIÁVEIS ANALISADAS

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, seguindo esquema fatorial 8 x 2 (genótipo x estação de coleta), com três repetições, para cascas e para folhas. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro. Foi realizada análise de correlação de Pearson entre os teores de CFT, Flavonoides e Taninos versus os valores de AAT (ABTS e

DPPH). Todas as análises estatísticas foram conduzidas com o *software* SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS (CFT)

O teor de CFT apresentou interação significativa ($p < 0,05$) entre os genótipos e as estações de coleta (Tabela 1).

Tabela 1 - Compostos fenólicos totais (CFT) em folhas e cascas do caule em genótipos de guabiroba em função da estação de coleta. Lages, SC, safra 2018.

Genótipos	Folhas		Cascas do Caule	
	Estação do Ano		Estação do Ano	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
	CFT (mg EAG 100 g ⁻¹ MU*)			
1	943,58 aA	666,07 bB	280,56 aA	163,96 abcB
2	865,00 bA	782,40 aB	205,96 bcA	146,85 abcB
3	862,23 bA	765,45 aB	167,71 dA	175,81 abA
4	778,65 cA	543,02 cB	204,68 bcA	146,04 abcA
5	989,31 aA	573,26 cB	215,81 bA	122,55 bcB
6	608,99 dA	671,93 bA	289,54 aA	151,38 abcB
7	863,26 bA	646,76 bB	288,12 aA	112,83 cB
8	673,23 dA	526,11 cB	189,01 cdA	184,60 aA
Média	823,03	646,88	230,18	150,50
C.V. (%)		2,83		8,18

*EAG: equivalentes de ácido gálico. MU: massa úmida. Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, para um mesmo tecido (folha ou cascas do caule) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

As amostras de folhas coletadas no verão, período de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, apresentaram conteúdo de CFT superior as folhas coletadas no inverno, com

exceção do genótipo 6 onde não foi observada variação significativa ($p < 0,05$). No verão, o maior conteúdo de CFT foi observado para os genótipos 1 e 5 e no inverno, o maior conteúdo foi para os genótipos 2 e 3 (Tabela 1).

Estas diferenças indicam que existe alteração significativa no teor de CFT em relação ao tecido vegetal e ao período do desenvolvimento do vegetal, sendo o maior teor de CFT encontrado nas folhas no período do verão. Coutinho et al. (2010), quantificaram CFT através de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) e avaliaram o extrato etanólico de folhas secas de *Campomanesia adamantium*, coletadas nas estações de primavera, verão e outono, e obtiveram maiores teores nas amostras coletadas na primavera. Kataoka e Cardoso (2013) chegaram à mesma conclusão quando quantificaram por CLAE, os CFT em extratos etanólicos de folhas secas das espécies *Campomanesia xanthocarpa* e *Campomanesia sessiliflora*, coletadas em diferentes estágios de desenvolvimento.

No período vegetativo foram quantificados 138,15 e 131,04 mg EAG/L⁻¹ de extrato para *Campomanesia xanthocarpa* e *Campomanesia sessiliflora*, respectivamente. No período reprodutivo foram quantificados 182,12 e 334,18 mg EAG/L⁻¹ de extrato, respectivamente, indicando que para ambas as espécies, a maior concentração de CFT foi no período reprodutivo.

Segundo Hartmann et al. (2011), é a partir da primavera até o final do verão, que as funções metabólicas da planta se encontram em plena atividade, fazendo com que haja grande síntese e armazenamento compostos bioativos, pois é nesta fase que segundo Ortiz et al. (2019), ocorre o período de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da planta. Amorim et al. (2010), avaliaram a fenologia de *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O. Berg., em um remanescente da Floresta Estacional Semidecidual no noroeste do Paraná, e encontraram um pico de intensidade de floração de outubro a dezembro, condizente à estação da primavera e verão, corroborando com os dados deste estudo, onde os maiores teores de CFT foram nas amostras coletadas no período reprodutivo, início do verão.

Apesar dos oito genótipos avaliados serem submetidos às mesmas condições ambientais, verificou-se maiores teores de CFT durante o período de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (estação do verão). Isto pode estar associado a uma estratégia biossintética da formação de flavanonas (DEWICK, 2005; SCRÖDER et al., 1998), resultando no maior acúmulo destes compostos na superfície da folha, que agem como proteção aos raios UV e/ou como defesa a insetos, tais como os estudos de *Mimulus aurantiacus* (SIMMONDS, 2003). A alteração de fotoperíodo durante as diferentes

estações do ano pode interferir na produção dos metabólitos secundários dos vegetais, como uma estratégia de defesa da planta (HARBONE, 1994), principalmente os compostos fenólicos que são agentes de defesa contra vários tipos de estresse causados por patógenos ou condições ambientais adversas (TREUTTER, 2001).

Referente às amostras de cascas dos caules, o conteúdo de CFT dos genótipos 3, 4 e 8 não demonstraram diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre as diferentes estações do ano (verão e inverno). Aquelas coletadas no verão apresentaram conteúdos superiores de CFT, variando entre 167,71 e 289,54 mg EAG 100 g⁻¹ MF, com destaque para os genótipos 1, 6 e 7. Cascas coletadas no inverno, por sua vez, variaram entre 112,83 e 184,60 mg EAG 100 g⁻¹ MF, com o maior valor observado no genótipo 8 (Tabela 1).

Tais resultados são pioneiros em extratos etanólicos de cascas do caule de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg, para CFT em massa úmida, determinados pelo método Folin-Ciocalteu. Diante da escassez de estudos comparativo na literatura, encontrou-se dados quantitativos em massa seca. Leandro (2016) reportou conteúdo de CFT superior (3.930 mg EAG 100 g⁻¹ MS) para extrato etanólico de cascas do caule de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg coletadas na estação do verão, no estado de Minas Gerais.

De acordo com Bezerra et al. (2013), diversos fatores apresentam efeito sobre o teor de CFT de cascas e folhas, incluindo a variabilidade genética, clima, o sistema de manejo da planta e a fertilidade do solo. Condições de estresse hídrico podem justificar um acúmulo maior de CFT nas partes externas das plantas (folhas e cascas do caule) no período de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, estação do verão.

Considerando que os CFT são os responsáveis pela atividade anti-inflamatória e anti-carcinogênica no organismo humano (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004), podemos inferir que a melhor época de coleta de folhas e cascas do caule com maiores concentrações de CFT, que conduza a uma matéria-prima com concentrações desejáveis de princípios ativos é na estação do verão.

5.2 FLAVONOIDES

O teor de flavonoides apresentou interação significativa ($p < 0,05$) para os genótipos e as estações de coleta. A concentração de flavonoides foi maior em folhas do que em cascas do caule (Tabela 2). Este fato é esperado, pois uma das principais funções deste grupo de compostos é proteger os vegetais contra os raios ultravioleta, e as folhas

constituem as partes aéreas com maior exposição à radiação solar (ZUANAZZI; MONTANHA, 2003). Os maiores teores de flavonoides foram observados nas amostras coletadas no verão, mostrando a influência das variações sazonais na concentração destes compostos.

Tabela 2 - Flavonoides totais em folhas e cascas do caule em genótipos de guabiroba em função da estação de coleta. Lages, SC, safra 2018

Genótipos	Folhas		Cascas do Caule	
	Estação do Ano		Estação do Ano	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
	Flavonoides (mg EC g ⁻¹ MU*)			
1	37,32 cA	23,35 aB	18,30 aA	3,73 cB
2	42,85 aA	23,57 aB	16,93 aA	5,48 abcB
3	41,56 abA	19,51 bB	12,67 bcA	4,47 bcB
4	39,99 abcA	21,44 abB	13,23 bcA	6,14 abB
5	36,58 dA	18,58 bB	18,01 aA	6,61 aB
6	39,27 bcdA	21,00 abB	15,69 abA	5,74 abB
7	32,52 eA	21,16 abB	12,43 cA	5,68 abcB
8	39,55 bcdA	23,99 aB	17,13 aA	5,56 abcB
Média	38,70	21,47	15,55	5,43
C.V. (%)	3,69		9,05	

*EC: Equivalente de Catequina. MU: Massa úmida. Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, para um mesmo tecido (folhas ou cascas do caule) não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

No verão, a média geral de flavonoides em folhas foi de 38,70 mg EC g⁻¹ MU, valor significativamente maior (p<0,05) ao observado no inverno, de 21,47 mg EC g⁻¹ MU. No verão, os valores para folhas variaram de 32,52 a 42,85 mg EC g⁻¹ MU, com maior valor observado no genótipo 2. Nas folhas coletadas no inverno, os valores apresentaram-

se menores e com variação entre 18,58 e 23,99 mg EC g⁻¹ MU, com maiores valores nos genótipos 1, 2 e 8.

Resultados semelhantes a estes foram relatados por Coutinho et al. (2010), que quantificaram extratos etanólicos de folhas de outra espécie de Myrtaceae, *Campomanesia adamantium*, com resultados entre 15,62 e 50,71 mg EC g⁻¹ MS e concluíram que o teor de flavonoides foi maior no início da primavera, indicando que com o aumento da temperatura ocorre a maior formação de flavonoides.

Outros resultados, contudo, expressos em equivalente de quercetina (EQ), foram reportados por Leandro (2016) quantificados por CCD, para folhas de *Campomanesia xanthocarpa* coletadas na estação do verão em Minas Gerais (23,3 mg EQ g⁻¹ MS). Magina et al. (2010) encontraram resultados expressivos em seu estudo com três espécies do gênero *Eugenia* (Myrtaceae), obtendo 54,1; 114,6 e 32,80 mg EQ g⁻¹ MS para extratos etanólicos de folhas de *E. brasiliensis*, *E. beaurepaireana* e *E. umbeliflora*, respectivamente, coletadas na primavera. Kataoka e Cardoso (2013) quantificaram por CLAE, os teores de flavonoides em extratos etanólicos de folhas secas das espécies *Campomanesia xanthocarpa* e *Campomanesia sessiliflora*, coletadas em diferentes estágios de desenvolvimento. No período vegetativo foram quantificados 21,92 e 17,09 mg EQ g⁻¹ MS para *Campomanesia xanthocarpa* e *Campomanesia sessiliflora*, respectivamente. Já para o período reprodutivo foram quantificados 22,81 e 35,60 mg EQ g⁻¹ MS, respectivamente, indicando que para ambas as espécies a maior concentração de flavonoides foi verificada no desenvolvimento reprodutivo.

Em relação às cascas do caule, os resultados de flavonoides foram superiores para estação do verão, com média de 15,55 mg EC g⁻¹ MU, variando de 12,43 a 18,30 mg EC g⁻¹ MU, com maiores valores nos genótipos 1, 2, 5 e 8. No inverno, a média obtida foi de 5,43 mg EC g⁻¹ MU, e os resultados variaram entre 3,73 e 6,61 mg EC g⁻¹ MU, com destaque para o genótipo 5 (Tabela 2).

Leandro (2016) quantificou por CCD, teor de 9,3 mg EQ g⁻¹ MS em extratos etanólicos de cascas do caule de *Campomanesia xanthocarpa* coletadas na estação do verão, em Minas Gerais. Nota-se um valor menor daquele encontrado no presente estudo, para a mesma estação, possivelmente pela influência de fatores como diferentes locais de coletas, fatores climáticos e horário de coleta das amostras, bem como diversidade de nutrientes do solo, os quais podem interferir nos teores de flavonoides (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). Magina et al. (2010) encontraram em seu estudo com três espécies de *Eugenia* (Myrtaceae), teores de 33,9; 27,6 e 1,9 mg EQ g⁻¹ MS em extratos etanólicos de

cascas do caule de *E. brasiliensis*, *E. beaurepaireana* e *E. umbeliflora*, respectivamente, coletadas na primavera. Cartaxo-Furtado et al. (2015) encontraram teor de flavonoides de 1,98 mg de EQ g⁻¹ MS em extrato etanólico das cascas do caule de *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Myrtaceae), também coletadas na primavera. Apesar de serem espécies diferentes, o teor de flavonoides apresenta-se na mesma ordem de grandeza para as cascas das plantas avaliadas nos estudos relatados em comparação com o presente estudo.

Os maiores teores de flavonoides quantificados na estação do verão, tanto para folhas como para cascas do caule, podem ser explicados devido a estrutura química dos flavonóides. Além disso, foi constatado, nesta estação, intenso crescimento vegetativo para todos os genótipos, com muitas brotações, o que não foi observado na coleta realizada na estação do inverno. Estas observações sugerem um efeito indireto dos fatores ambientais no metabolismo dos flavonoides por influenciarem diretamente no crescimento do vegetal.

Os flavonoides possuem anéis aromáticos associados a hidroxilas em suas estruturas químicas, conferindo capacidade de proteção da radiação ultravioleta (WU et al., 2004). Flavonóides são sintetizados em resposta ao tratamento com UV-B e se acumulam nas camadas epidérmicas formando uma proteção pela radiação UV-B, prevenindo, assim, que sítios mais sensíveis como DNA e proteínas nos tecidos do mesófilo sejam alcançados (Sharma et al., 1998; GOBBO-NETO; LOPES, 2007. Portanto, se o aumento da intensidade de radiação solar é um dos fatores que favorece a maior produção desses compostos, é esperado que no verão haja uma maior produção desses compostos fenólicos.

5.3 TANINOS

A interação entre genótipos e estações do ano foi significativa ($p < 0,05$) para o teor de taninos totais. Os resultados diferiram de acordo com o tecido avaliado, sendo que os maiores teores de taninos foram quantificados nos extratos de cascas do caule quando comparados com as folhas. Em ambos os tecidos avaliados, foi na estação do verão que se obteve os maiores valores de taninos (Tabela 3).

Tabela 3 - Taninos totais em folhas e cascas do caule em genótipos de guabiroba em função da estação de coleta. Lages, SC, safra 2018.

Genótipos	Folhas	Cascas do Caule
	Estação do Ano	Estação do Ano

	Verão	Inverno	Verão	Inverno
	Taninos (mg de ácido tânico g ⁻¹ MU*)			
1	0,523 cA	0,413 bcB	2,263 cA	1,847 aB
2	0,707 bA	0,310 cB	2,060 dA	1,693 bB
3	0,717 bA	0,367 bcB	2,487 bA	1,613 bcdB
4	0,967 aA	0,417 bcB	2,057 dA	1,557 cdB
5	0,960 aA	0,663 aB	2,900 aA	1,283 eB
6	0,973 aA	0,440 bB	2,393 bA	1,510 dB
7	0,920 aA	0,593 aB	2,420 bA	1,647 bcB
8	0,740 bA	0,640 aB	2,137 dA	1,700 bB
Média	0,813 A	0,480 B	2,340 A	1,606 B
C.V. (%)	20,01	27,30	11,54	10,16

*MU: massa úmida. Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, para um mesmo tecido (folhas ou cascas do caule) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

No verão, a média geral de taninos nas folhas foi de 0,813 mg de ácido tânico g⁻¹ MU, significativamente maior quando comparado à estação do inverno (0,480 mg de ácido tânico g⁻¹ MU). No verão, os valores variaram entre 0,523 e 0,973 mg de ácido tânico g⁻¹ MU, com os maiores valores nos genótipos 4, 5, 6 e 7, enquanto no inverno a variação foi entre 0,310 e 0,663 mg de ácido tânico g⁻¹ MU, com destaque para os genótipos 5, 7 e 8, que apresentaram os valores superiores (Tabela 3).

Rodrigues et al. (2010), quantificaram taninos hidrolisáveis e obtiveram valores superiores, de 2,73 mg ácido gálico g⁻¹ MS em extrato etanólico de folhas secas de outra espécie, *Eugenia uniflora* L, também da família Myrtaceae, coletadas na primavera, no Estado do Paraná. Já Dalastra (2018), em seu estudo com extrato etanólico de folhas secas de *Campomanesia xanthocarpa* coletadas no verão, no Estado do Paraná, obteve resultado inferior (0,585 mg de ácido tânico g⁻¹ MS), através do método Follin-Denis, quando comparada à média encontrada neste estudo no verão. Muitos fatores podem interferir no teor de taninos, como os horários de coleta, a época do ano, fatores climáticos, tipo de

extração e solvente, diferenças no método de análise, diferença de local de coleta de amostra e de genótipo avaliado (SANTOS E MELLO 2004; TEIXEIRA et al., 1990 e SIMON et al., 1999).

Maladalosso et al. (2012) encontraram resultados de taninos totais superiores a este estudo (18,7 mg ácido tânico g⁻¹ MS), em extrato etanólico de folhas de outra espécie, *Campomanesia lineatifolia*, também da família Myrtaceae. Barbosa (2018), em seu estudo com extrato etanólico de folhas secas de *Campomanesia lineatifolia* Ruiz e Pav. reportou valor de 18 mg ácido tânico g⁻¹ MS. Jamile et al. (2009), reportaram 24,99 mg ácido tânico g⁻¹ MS em extrato etanólico bruto de folhas secas de *Campomanesia lineatifolia*, indicando que a metodologia empregada (percolação com etanol 96° GL) foi eficiente na extração desses componentes.

Os taninos podem responder tanto quantitativa como qualitativamente à sazonalidade, sendo interessante estudar como os grupos de taninos condensados e hidrolisáveis variam em cada uma das espécies estudadas. Hatano et al. (1986) observaram que as concentrações de tanino hidrolisável, abundante em folhas na primavera, decrescem rapidamente sendo ínfimas as concentrações no verão. Inversamente a casuarinina e a pedunculaginina (taninos hidrolisáveis) foram abundantes no verão e outono.

Em relação aos taninos quantificados nas cascas do caule, a média geral no verão foi de 2,340 mg ácido tânico g⁻¹ MU, variando entre 2,057 e 2,900 mg ácido tânico g⁻¹ MU, com o maior teor encontrado no genótipo 5. No inverno, a média geral foi de 1,606 mg ácido tânico g⁻¹ MU, variando entre 1,283 e 1,847 mg ácido tânico g⁻¹ MU, com o maior teor no genótipo 1 (Tabela 3). Alcântara et al. (2017) em seu estudo com extratos etanólicos de cascas do caule de *Myrcia rostrata* DC, também da família Myrtaceae, coletadas no outono, reportaram teor de taninos semelhante a este estudo (1,238 mg ácido tânico g⁻¹ MU). De acordo com os resultados (Tabela 3), verifica-se que no verão há maior acúmulo de taninos totais em ambos os tecidos vegetais analisados. Entretanto, nas cascas do caule, concentrou-se maiores teores de taninos do que nas folhas. Este fato pode ser condizente com Azevedo et al. (2017), que avaliaram o teor de taninos condensados em casca de jurema-preta em função das fenofases da planta a fim de determinar a melhor época de coleta de casca para a produção de taninos. Chegaram à conclusão que o período de desenvolvimento da planta influencia no teor de taninos condensados, pois na presença de novas folhas verdes, período de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, foi observado maior teor de taninos condensados nos caules.

Os taninos são compostos fenólicos de alto peso molecular encontrados em muitas espécies frutíferas, conhecidos pela sua adstringência, pois precipitam proteínas que incluem proteínas salivares da cavidade oral (ROCHA et al., 2011). Os taninos apresentam duplo efeito na saúde humana, podendo apresentar efeito benéfico, como ação anti tumoral e anti microbiana, e efeitos maléficos, como ação anti nutricional, quelando vitaminas e minerais (CHUNG et al., 1998).

Segundo Fratianni et al. (2007), é esperado que haja variações no acúmulo de taninos totais ao longo dos períodos de desenvolvimento da planta, os quais podem ser ocasionados por fatores ambientais, genéticos ou de cultivo (CONDE et al., 2008). Estas concentrações podem variar de acordo com o órgão da planta (FALLEH et al., 2008), local de cultivo, diferentes estações do ano (BUSSOTTI et al., 1998; MA et al., 2003; BROOKS; FEENY, 2004) e de acordo com a precipitação e variação de temperatura, os quais induzirão alterações no fenótipo da planta, para se adequar a cada situação, como excesso ou carência de água (MA et al., 2003; BROOKS; FEENY, 2004).

5.4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL (AAT)

Em ambos os métodos para quantificação de AAT, houve interação significativa entre os genótipos e as estações de coleta ($p < 0,05$). As folhas apresentaram valores de AAT superiores às cascas do caule para todos os genótipos, e em ambos os tecidos avaliados, foi no verão que se obteve a maior AAT (Tabela 4). Portanto, a época de coleta do material implica diretamente no seu conteúdo químico (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

Tabela 4 - Atividade antioxidante total (AAT), determinada pelos métodos DPPH e ABTS, nas folhas e cascas do caule em genótipos de guabirobeira em função da estação de coleta. Lages, SC, safra 2018.

Genótipos	Folhas Estação do ano		Cascas do Caule Estação do ano	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
DPPH ($\mu\text{Mol Trolox g}^{-1} \text{MU}^*$)				
1	2524,69 dA	2212,46 bB	1409,83 abA	321,49 cB
2	3076,92 abA	2352,18 abB	1355,72 abA	69,33 eB
3	2970,74 abcA	2216,74 bB	1152,64 bA	56,88 eB
4	3171,23 aA	2429,81 abB	1105,04 bA	129,48 eB
5	2935,04 abcA	2188,40 bB	1403,36 abA	280,90 cdB
6	3018,94 abcA	2407,68 abB	1109,03 bA	687,75 bB
7	2808,12 bcdA	2427,07 abB	1369,83 abA	212,51 dB
8	2719,03 cdA	2605,46 aA	1478,50 aA	794,69 aB
Média	2903,10	2354,98	1297,99	320,83
C.V. (%)	4,50		9,90	
Genótipos	Folhas Estação do ano		Cascas do Caule Estação do ano	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
ABTS ($\mu\text{Mol Trolox g}^{-1} \text{MU}^*$)				
1	4490,53 bA	3121,78 aB	3740,25 abA	140,94 eB
2	4563,82 abA	3119,97 aB	3653,60 deA	751,79 aB
3	4557,50 abA	3052,52 aB	3788,52 aA	608,12 abB
4	4568,29 abA	2802,76 cB	3757,84 abA	753,93 aB
5	4631,10 aA	2651,11 dB	3622,25 eA	231,85 deB
6	4329,48 cA	3033,43 abB	3601,64 eA	301,39 cdeB
7	4538,60 abA	2931,22 bB	3623,78 eA	464,25 bcdB
8	4309,15 cA	3084,44 aB	3704,38 bcdA	660,68 aB
Média	4498,56	2974,65	3686,53	520,77
C.V. (%)	1,15		2,25	

*MU: massa úmida. Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, para um mesmo tecido (folha ou casca do caule), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Nas folhas coletadas no verão, a AAT avaliada pelo método DPPH variou entre 2524,69 e 3171,23 $\mu\text{Mol Trolox g}^{-1}$, com o maior valor observado no genótipo 4. Estes valores são superiores aos encontrados nas folhas no inverno, cuja AAT variou de 2188,40 a 2605,46 $\mu\text{Mol Trolox g}^{-1}$, onde o genótipo 8 apresentou a maior AAT (Tabela 4).

Esses resultados foram condizentes com os resultados encontrados para CFT (Tabela 4), o que sugere que os compostos fenólicos, em especial os taninos e flavonóides, contribuem significativamente e são responsáveis pela capacidade antioxidante dos extratos avaliados.

Fabiane (2019) reportou resultados inferiores à este estudo, com valor de 423,33 $\mu\text{Mol Trolox g}^{-1}$ MS em extratos etanólicos de folhas de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg coletadas no verão, 376,25 $\mu\text{Mol Trolox g}^{-1}$ MS nas amostras coletadas na primavera, 377,26 $\mu\text{Mol Trolox g}^{-1}$ MS nas coletadas no outono e 380,92 $\mu\text{Mol Trolox g}^{-1}$ MS nas coletadas no inverno. Estes dados corroboram com este estudo, onde extratos de folhas coletadas na estação do inverno, possuem menor capacidade antioxidante. Quanto menor a radiação solar, combinada com a diminuição da temperatura e do fotoperíodo, induz a planta a diminuir o metabolismo e entrar em dormência, ocasionando menores produções de compostos antioxidantes (BOSC, 2013).

Apesar dos estudos serem escassos em folhas e cascas do caule de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg, trabalhos foram conduzidos com outras espécies da família Myrtaceae. Radaelli (2016) avaliou a atividade antioxidante de extratos etanólicos de folhas em diferentes genótipos de jabuticabeiras nativas, coletadas no outono, e obteve resultados inferiores à este estudo, que variaram entre 344,23 e 657,31 $\mu\text{Mol Trolox g}^{-1}$ MS para DPPH. Este resultado inferior pode ser explicado devido à coleta das amostras terem sido realizadas no mês de maio, estação do outono o qual corresponde ao período onde a produção de metabólitos secundários é reduzido em função da entrada no período de dormência da planta. Coutinho et al. (2010) avaliaram a influência da variação sazonal na atividade antioxidante das folhas e observaram maior atividade antioxidante, pelo método DPPH, em extratos etanólicos de folhas de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) coletadas na primavera, indicando que a estação do ano e o período reprodutivo têm influência na atividade antioxidante das folhas.

A AAT nas cascas do caule, avaliada pelo método DPPH, também apresentaram resultados superiores no verão, variando entre 1105,04 e 1478,50 $\mu\text{Mol Trolox g}^{-1}$ MU, enquanto no inverno, a variação foi entre 56,88 e 794,69 $\mu\text{Mol Trolox g}^{-1}$ MU. Em ambas as estações do ano, o genótipo 8 destacou-se pelo maior valor de AAT (Tabela 4). Os resultados mostram também que os maiores níveis de radiação são reconhecidamente um dos fatores que proporcionam maior incremento na produção de compostos bioativos (ATKINSON et al., 2006).

Referente ao método ABTS, os valores de AAT das folhas coletadas no verão também foram superiores, e variaram entre 4309,15 e 4631,10 $\mu\text{Mol Trolox g}^{-1}$ MU, com o maior valor encontrado no genótipo 5. Estes valores, como esperado, são superiores aos encontrados no inverno, os quais variaram de 2651,11 a 3121,78 $\mu\text{Mol Trolox g}^{-1}$ MU, com destaque para o genótipo 1, 2, 3 e 8, que apresentaram os maiores valores (Tabela 4). Assim como nas análises pelo método DPPH, isto se deve ao fato de que a estação do ano e o estágio de desenvolvimento das plantas têm influência na atividade antioxidante.

Ao avaliar extratos etanólicos de folhas da mesma espécie, coletadas na estação do outono em Lages-SC, no mesmo local de coleta do presente estudo, Burigo et al. (2018) obtiveram resultado inferior (105,88 $\mu\text{Mol Trolox g}^{-1}$ MU) quando comparados aos valores do presente estudo. Fabiane (2019) não reportou diferença significativa entre as estações do ano em suas análises de AAT pelo método ABTS, com valor médio de 716,31 $\mu\text{Mol Trolox g}^{-1}$ MS em extratos etanólicos de folhas de *Campomasia xanthocarpa* O. Berg. Neergheen et al. (2006) avaliaram a atividade antioxidante em oito espécies pertencentes às famílias Myrtaceae e Rubiaceae, e o maior valor (1,49 $\mu\text{Mol Trolox g}^{-1}$ MU) foi obtido para a espécie *Syzygium commersonii*, da família Myrtaceae.

Radaelli (2016), comparando a AAT de folhas em diferentes genótipos de jabuticabeiras nativas, coletadas no outono, obteve valores de AAT, quantificada através do método ABTS, de 748,53 a 1625,42 Trolox g^{-1} MS. Apesar dos valores serem menores do que os encontrados neste estudo, devido à coleta ter ocorrido no outono, eles mostram o elevado potencial antioxidante dos extratos de folhas das espécies pertencentes à família Myrtaceae. Segundo o autor, as folhas das frutíferas nativas avaliadas podem ser utilizadas como fontes de compostos antioxidantes, assim como neste estudo pode-se considerar que os extratos das folhas de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg, coletadas em ambas as estações, possuem alta AAT, com destaque para estação do verão.

Os resultados da AAT, quantificada através do método ABTS, em extratos etanólicos das cascas do caule, foram superiores para as amostras coletadas no verão,

variando entre 3601,64 e 3788,52 $\mu\text{Mol Trolox g}^{-1} \text{MU}$, com o maior valor observado no genótipo 3. Nas cascas coletadas no inverno, a AAT variou entre 140,94 e 753,93 $\mu\text{Mol Trolox g}^{-1} \text{MU}$, com maiores valores nos genótipos 2, 4 e 8 (Tabela 4). A temperatura do ar influencia os conteúdos de compostos bioativos nas plantas. Wang e Zheng (2001) demonstraram que plantas cultivadas sob temperaturas máximas e mínimas de 30°C/22°C, respectivamente, produzem frutas com maior atividade antioxidante que frutas produzidas sob 18°C/12°C, corroborando com os dados acima apresentados.

Não foram encontrados estudos de atividade antioxidante para cascas do caule de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg, tampouco registros na literatura avaliando extratos de cascas do caule do gênero Myrtaceae. Habermann et al. (2016) reportaram elevada atividade antioxidante pelo método DPPH (IC_{50}) em cascas do caule e em folhas jovens de *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg coletadas no Cerrado brasileiro.

Os resultados obtidos demonstram a importância de mais estudos que avaliem compostos fenólicos e compostos com atividades antioxidantes em todas as estruturas das plantas. Verificou-se que há variações na AAT entre os genótipos, entre órgãos vegetais e estações do ano, os quais podem ter sido ocasionadas por diversas razões. Segundo Gobbo-Neto e Lopes (2007), há vários fatores que podem interferir no teor de metabólitos secundários nas plantas, influenciando conseqüentemente a atividade antioxidante. Dentre eles, estão a sazonalidade, temperatura, disponibilidade hídrica, radiação ultravioleta, adição de nutrientes ao solo, poluição atmosférica, danos mecânicos e ataque de patógenos, além da diferença nos constituintes químicos, que pode estar ligada a efeitos sinérgicos entre os diferentes compostos, incluindo os compostos fenólicos (MARTINEZ-CORREA et al., 2011; WU et al., 2009).

Arnous e Makris Kafalas (2001) e Lee et al. (2003) sugeriram que a expressão da atividade antioxidante se dá em consequência de um sinergismo entre vários compostos fenólicos, dentre eles os flavonoides, taninos e compostos não fenólicos, e não pode ser atribuído especificamente a um constituinte. A precisa relação dessas interações necessita de investigações que identifiquem qual grupamento fenólico é responsável por exercer maior poder antioxidante em uma determinada amostra avaliada.

5.5 ANÁLISES DE CORRELAÇÃO

Uma avaliação da relação entre a atividade antioxidante (sequestro de radicais livres com o DPPH e ABTS) e a presença de polifenóis fontes de antioxidantes naturais,

pode ser uma ferramenta para sugerir a bioatividade dos extratos vegetais. Compostos fenólicos de plantas podem agir como antioxidantes e contribuir para a prevenção de doenças crônicas, como aterosclerose, doenças cardiovasculares, artrite e câncer, relacionadas com o estresse oxidativo (MASELLA et al., 2005; DORNAS et al., 2007). Na Tabela 5 é possível verificar as correlações entre os teores de CFT, Flavonoides e Taninos versus a AAT.

Tabela 5 - Análise de correlação entre Compostos fenólicos totais (CFT), flavonoides (FLAV) e taninos *versus* atividade antioxidante total (AAT; métodos ABTS e DPPH) nas folhas e cascas do caule em genótipos de guabirobeira, utilizando dados de ambas as estações de coleta. Lages, SC, 2018.

Correlação	Folhas	Cascas do caule
CFT x AAT (ABTS)	0,617*	0,723*
CFT x AAT (DPPH)	0,568*	0,513*
FLAV x AAT (ABTS)	0,920*	0,903*
FLAV x AAT (DPPH)	0,837*	0,720*
Taninos x AAT (ABTS)	0,719*	0,845*
Taninos x AAT (DPPH)	0,779*	0,797*

*Correlação significativa ($p < 0,001$). Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Todas as correlações de Pearson foram significativas ($p < 0,001$). Diversos estudos mostram correlação significativa entre CFT e AAT, corroborando com os dados desta pesquisa (SUN et al., 2002; CHINNICI et al., 2004; TSAO et al., 2005).

Dentre os CFT há vários compostos nos dois grandes grupos (flavonóides e não flavonóides), mas de acordo com os atributos avaliados, taninos e flavonóides apresentaram correlação mais forte (R entre 0,719 e 0,920), indicando que estes compostos contribuem de forma significativa na capacidade antioxidante dos extratos avaliados.

Entre FLAV e AAT (DPPH), obteve-se correlação para folhas de 0,837, e para cascas de 0,720. Amarante et al. (2017), Burin et al. (2014) e Tagliacruzchi et al. (2010) também observaram correlação significativa entre CFT, FLAV e AAT, assim como vários outros estudos (LUZIA; JORGE, 2014; ROSSO, 2013; MALTA et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2011; ALMEIDA et al., 2011; RUFINO et al., 2010; ROESLER et al., 2007; VASCO; RUALES; KAMAL-ELDIN, 2008).

Assim como os flavonoides que fazem parte dos compostos fenólicos, os taninos também apresentaram correlações significativas com a AAT, em folhas e cascas do caule ($p < 0,001$). O coeficiente de correlação (r) entre os teores de taninos e AAT (DPPH) foi de 0,779 para folhas, e para cascas do caule de 0,797. Já a correlação entre taninos e AAT (ABTS), para folhas foi de 0,719 e para cascas do caule de 0,845. Essa correlação significativa corrobora com os dados apresentados em diversos estudos, que mostram que a capacidade antioxidante está fortemente relacionada aos valores de CFT (AMARANTE et al., 2017; LI et al., 2014; CANUTO et al., 2010; MAKRIS et al., 2007; THAIPONG et al., 2005; ABDILLE et al., 2005; KAUR & KAPOOR, 2002). Dessa maneira, é possível verificar a forte influência dos taninos na capacidade antioxidante dos materiais vegetais analisados. Mesmo que os CFT e Flavonoides sejam maiores em folhas, na análise de correlação fica evidente a forte influência dos taninos sobre a AAT.

Mais estudos são necessários para avaliar a relação entre perfil de compostos fenólicos e a AAT de folhas e cascas do caule de guabirobeiras, uma vez que a resposta foi variável entre os órgãos vegetais analisados. Sabe-se que as propriedades antioxidantes de compostos fenólicos únicos, dentro de uma classe fenólica, podem variar de forma notável, de maneira que os mesmos níveis destes compostos não correspondam às mesmas respostas antioxidantes (TSAO et al., 2005).

Considerando que as condições do solo e do clima e o sistema de manejo das plantas foram as mesmas neste estudo, as diferenças observadas entre os oito genótipos em termos de resultados se devem às diferenças genéticas.

5.6 CAROTENOIDES E CLOROFILAS TOTAIS

Nos teores de carotenoides e clorofilas totais houve interações significativas ($p < 0,05$) entre genótipos e estações do ano. Os maiores valores foram para os extratos das folhas quando comparadas às cascas do caule, e em ambos os tecidos, os maiores teores foram nas amostras coletadas no verão (Tabela 6).

Tabela 6 - Teores de carotenoides e clorofilas totais em folhas e cascas do caule em genótipos de guabiroba em função da estação de coleta. Lages, SC, safra 2018.

Genótipos	Folhas		Cascas do Caule	
	Estação do Ano		Estação do Ano	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Carotenoides ($\mu\text{g. g}^{-1}$)				
1	4,18 abcA	1,43 eB	2,08 bcA	0,91 bB
2	4,04 cA	1,84 bcB	1,54 dA	0,90 bB
3	4,39 aA	1,84 bcB	1,55 dA	1,30 aB
4	4,35 abA	1,69 cdB	2,17 bA	1,36 aB
5	4,09 bcA	1,94 bB	2,20 bA	1,28 aB
6	4,10 bcA	2,25 aB	2,52 aA	1,16 aB
7	4,41 aA	1,75 bcdB	1,89 cA	1,18 aB
8	4,18 abcA	1,57 deB	2,12 bA	1,18 aB
Média	4,22 A	1,79 B	2,01 A	1,16 B
C.V. (%)	3,93	13,79	16,32	15,14
Genótipos	Folhas		Cascas do Caule	
	Estação do Ano		Estação do Ano	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Clorofilas totais ($\mu\text{g. g}^{-1}$)				
1	23,47 bA	12,39 cB	6,78 eA	5,18 abB
2	20,23 eA	11,56 dB	8,18 bcA	5,63 aB
3	22,44 cA	13,23 bB	9,68 aA	4,57 cB
4	19,61 eA	12,22 cdB	8,36 bcA	5,38 abB
5	21,63 dA	13,61 bB	8,44 bcA	5,12 bB
6	25,16 aA	14,43 aB	7,33 dA	5,19 abB
7	25,67 aA	11,67 cdB	8,70 bA	4,46 cB

8	22,60 cA	13,70 abB	8,13 cA	4,25 cB
Média	22,60 A	12,85 B	8,20 A	4,97 B
C.V. (%)	9,12	7,95	10,32	9,74

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Segundo Moraes (2006), além da reconhecida importância como pró-vitamina A, os carotenoides possuem propriedades que resultam em possíveis funções biológicas benéficas à saúde humana, como o fortalecimento do sistema imunológico e a diminuição do risco de doenças degenerativas (alguns tipos de câncer, doenças cardiovasculares, degeneração macular, catarata) e auxilia na melhoria do sistema imunológico (TAWATA, 2010; SANTOS, 2011).

No verão, a média geral de carotenoides em folhas foi de $4,22 \mu\text{g g}^{-1}$ MU, variando entre $4,04$ e $4,41 \mu\text{g g}^{-1}$ MU, com os genótipos 3 e 7 apresentando os maiores valores. No inverno, a média para folhas foi de $1,79 \mu\text{g g}^{-1}$ MU, variando entre $1,43$ a $2,25 \mu\text{g g}^{-1}$ MU, com o maior valor observado no genótipo 6 (Tabela 6).

Meleiro (2003), analisou carotenoides em vegetais folhosos (couve, espinafre e chicória) por CLAE e concluiu que os maiores teores de carotenoides foram para os vegetais coletados no verão do que no inverno, corroborando com os dados já apresentados. Não há relatos na literatura de pesquisas avaliando o teor de carotenoides e de clorofilas em folhas e cascas do caule de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. Entretanto, Batista et al. (2017) quantificaram carotenoides em extratos hexanólicos de folhas da espécie *Syzygium malaccense* (Myrtaceae) coletadas no verão e encontraram um resultado inferior ($39,3 \text{ ng/g}$ extrato) ao deste estudo.

De acordo com Rodriguez-Amaya et al. (2008), fatores como a existência de um grande número de carotenoides, variabilidade qualitativa e quantitativa da composição dos alimentos, variação nas quantidades de carotenoides dentro de um mesmo alimento, distribuição não uniforme dos carotenoides entre amostras, a natureza variável das matrizes alimentícias, entre outros, são exemplos de fatores que tornam a análise de carotenoides dentro de um alimento muito difícil. Além disso, há fontes comuns de erros nessas análises, como: extração incompleta, perdas físicas ocorridas durante o procedimento, identificação equivocada, erros de quantificação ou cálculo, degradação oxidativa durante a análise ou estocagem da amostra, entre outros.

León-Chan et al. (2017) demonstraram em seu estudo que o aumento da radiação UV-B em folhas de pimentão induz o aumento do conteúdo de carotenoides. Jaakola et al. (2004), Brahmi et al. (2013) e Liu et al. (2014b) reportaram em seus estudos que o verão foi a época em que houve maior síntese de carotenoides nas folhas de diferentes espécies, o que é explicado pela maior incidência solar observada no período, corroborando com os resultados deste trabalho.

Referente aos carotenoides nas cascas do caule, o teor médio foi de 2,01 $\mu\text{g g}^{-1}$ MU, variando entre 1,54 e 2,52 $\mu\text{g g}^{-1}$ MU, com destaque para o genótipo 6. No inverno, a média foi de 1,16 $\mu\text{g g}^{-1}$ MU, variando entre 0,90 e 1,36 $\mu\text{g g}^{-1}$ MU, com maiores valores nos genótipos 3, 4, 5, 6, 7 e 8 (Tabela 6). Os teores mais elevados de carotenoides na estação do verão podem indicar uma estratégia adaptativa nas árvores expostas a radiação solar contra danos ocasionados pela foto-oxidação. Os carotenoides são pigmentos acessórios que funcionam como foto-protetores por meio da rápida extinção dos estados excitados da clorofila, protegendo-a da foto-oxidação (TAIZ; ZEIGER, 2013). Dessa forma, os altos níveis deste pigmento nas folhas e cascas do podem estar associados ao desenvolvimento dessa proteção, visto que no verão há maiores incidências de radiação luminosa.

Referente às clorofilas totais, as folhas coletadas no verão apresentaram teor médio de 22,60 $\mu\text{g g}^{-1}$ MU, variando entre 19,61 e 25,67 $\mu\text{g g}^{-1}$ MU, com os maiores valores nos genótipos 6 e 7. No inverno, a média foi de 12,85 $\mu\text{g g}^{-1}$ MU, variando entre 11,56 e 14,43 $\mu\text{g g}^{-1}$ MU, com o genótipo 6 sendo superior (Tabela 6). Dalastra (2018) encontrou resultado muito inferior (33,19 ng/g extrato) em sua análise com extratos etanólicos de folhas secas de *Campomanesia xanthocarpa* também coletadas no verão. As diferenças encontradas podem ser explicadas por variações no método de extração, além do tipo de solvente utilizado e genótipo avaliado.

Em relação ao teor de clorofilas totais nas cascas do caule, no verão, o teor médio foi de 8,20 $\mu\text{g g}^{-1}$ MU, variando entre 6,78 e 9,68 $\mu\text{g g}^{-1}$ MU, com maior valor observado no genótipo 3. No inverno, a média foi de 4,97 $\mu\text{g g}^{-1}$ MU, variando entre 4,25 e 5,63 $\mu\text{g/g}$ MU, com valor superior encontrado no genótipo 2 (Tabela 6).

Os teores de pigmentos (carotenoides e clorofilas) são utilizados para estimar o potencial fotossintético das plantas, pela sua ligação direta com a absorção e transferência de energia luminosa e ao crescimento e adaptação a diversos ambientes. Uma planta com alto teor de clorofila é capaz de atingir taxas fotossintéticas mais altas, pelo seu potencial valor de captação de *quanta* na unidade de tempo (CHAPPELLE; KIM, 1992).

É possível que os carotenoides ajam como antioxidante, juntamente com o incremento do teor de clorofilas, frente à aceleração da produção de etileno e da respiração (VALKO et al., 2004), protegendo, favorecendo e mantendo a coloração esverdeada nas folhas (ZAICOVSKI et al., 2008).

Análises qualitativas de compostos bioativos realizadas em folhas da guabirobeira identificaram flavonoides, taninos e outros compostos como triterpenoides, heterosídeos, antociânicos e saponinas, amino grupos, óleos essenciais e ácidos fixos (ABE et al., 2014; GOUVÊA, 2001; MARKMAN, 2002). Tais dados contribuem com dados quantitativos obtidos neste estudo, para compostos bioativos (fenólicos totais, flavonoides, taninos, clorofila e carotenoides) em extratos etanólicos de folhas e cascas do caule de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg.

6 CONCLUSÕES

Para todos os compostos bioativos avaliados, bem como para a atividade antioxidante total, os maiores valores foram obtidos para as amostras dos tecidos coletados no verão, indicando que a estação do ano e a maior incidência da radiação solar interferem nos teores destes compostos. Os maiores teores dos compostos bioativos foram encontrados em folhas quando comparadas com as cascas do caule, com exceção do teor de taninos totais. Os teores de compostos fenólicos totais, flavonoides, taninos, carotenoides e clorofilas, além da atividade antioxidante total, foram influenciados pela variabilidade genética, sendo que os genótipos 5 e 6 apresentaram os maiores valores para as variáveis analisadas e o genótipo 8 no geral apresentou maior AAT nas folhas. Houve correlação linear significativa entre os teores de compostos fenólicos totais, flavonoides e taninos *versus* a capacidade antioxidante total, nos tecidos avaliados, indicando que os flavonóides e principalmente os taninos, são os principais responsáveis pela capacidade antioxidante das folhas e cascas do caule da guabirobeira. Além da estação do ano e do tipo de material vegetal, a variabilidade genética influencia diretamente nos diferentes teores de compostos bioativos e na atividade antioxidante. Como na literatura não há estudos sobre os diferentes genótipos, este trabalho contribui no fornecimento de dados sobre quais genótipos produzem compostos bioativos em maior concentração. Além disso, estes três genótipos podem ser utilizados como referência para determinar outros compostos de interesse biotecnológico, para a indústria farmacêutica e de alimentos.

7 REFERÊNCIAS

ABDILLE, M. H. et al. Antioxidant activity of the extracts from *Dillenia indica* fruits. **Food Chemistry**, v. 90, p. 891-896, 2005.

AFONSO, S. R. **Análise sócio-econômica da produção de não-madeireiros no cerrado brasileiro e o caso da cooperativa de pequi em Japonvar, MG**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

ALCÂNTARA, G. A. **Caracterização farmacognóstica e atividade antimicrobiana da folha e casca do caule da *Myrcia rostrata* DC. Myrtaceae**. Dissertação (Mestrado em Farmácia) – Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2012.

ALICE, C. B. et al. **Plantas Medicinais de Uso Popular: Atlas Farmacognóstico**. Canoas: Editora da ULBRA, 1995. 205 p.

ALMEIDA, J. M. D. et al. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/Ácido linoleico e método de sequestro de radicais DPPH. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 446-452, 2006.

ALMEIDA, S. P. de. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 556 p.

AMARANTE, C. V. T. do et al. Phenolic content and antioxidant activity of fruit of Brazilian genotypes of feijoa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, p. 1223-1230, 2017.

ANDERSON, R. F. et al. Reduction in free radical-induced DNA strand breaks and base damage through fast chemical repair by flavonoids. **Free Radical Research**, v. 33, p. 91-103, 2000.

ARNOUS, A.; MAKRIS, D. P.; KEFALAS, P. Effect of principal polyphenolic components in relation to antioxidant characteristics of aged red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 5736-5742, 2001.

ASSIS, ELISVANE SILVA DE; REIS, EDÉSIO FIALHO DOS; DIAS, LUIZ ANTÔNIO DOS; CONTIM, LUIS ANTÔNIO Serrão; Diversidade genética de gabirobeiras (*Campomanesia* spp) por meio de caracteres morfológicos em marcadores moleculares RAPD. Universidade Federal de Goiás, CAMPUS JATAÍ., 2011.

AZEVEDO-MELEIRO, C.H. **Análise de carotenoides em alimentos brasileiros por cromatografia líquida de alta eficiência: espectrometria de massas**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP, 2003.

BAILEY, J. K. et al. Importance of species interactions to community heritability: a genetic basis to trophic-level interactions. **Ecology Letters**, v. 9, p. 78-85, 2006.

BARROSO, G. M. Myrtaceae. In: **Sistemática de angiosperma do Brasil**. 2 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991. p. 114-126.

- BATISTA, A. G. et al. Red-jambo (*Syzygium malaccense*): Bioactive compounds in fruits and leaves. **LWT - Food Science and Technology**, v. 76, p. 284-291, 2017.
- BEZERRA, A. S. et al. Parâmetros climáticos e variação de compostos fenólicos em cevada. **Ciência Rural**, v. 43, p. 1546-1552, 2013.
- BIAVATTI, M. V. et al. Preliminary studies on *Campomanesia xanthocarpa* (Berg) and *Cuphea carthagenensis* (Jacq.) J. F. Macbr. Aqueous extract: weig control and biochemical parameters. **Journal Ethnopharmacology**, v. 93, p. 385-389, 2004.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Introdução à química de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2003.
- BOSC, J. P. Effect of two diurnal temperatures during simulated natural chilling of 'Gariguette' strawberry. **Journal of Berry Research**, v. 3, n. 4, p. 213-216, 2013.
- BRAHMI, F. et al. Variations in phenolic compounds and antiradical scavenging activity of *Olea europaea* leaves and fruits extracts collected in two different seasons. **Industrial Crops and Products**, v. 49, p. 256-264, 2013.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT – Food Science and Technology**, v. 30, p. 25-30, 1995.
- BRASIL. Portaria Interministerial nº 2.960. Aprova o **Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos** e cria o Comitê Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, nº 240, p. 56, 2008.
- BREWER, M. S. Natural antioxidants: Sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 10, p. 221-247, 2011.
- BROOKS, J. S.; FEENY, P. Seasonal variation in *Daucus carota* leaf-surface and leaf-tissue chemical profiles. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 32, p. 769-782, 2004.
- BURIN, V. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant activity of *Vitis vinifera* and *Vitis labrusca* grapes: evaluation of different extraction methods. **Microchemical Journal**, v. 114, p. 155-163, 2014.
- BUSSOTTI, F. et al. Occurrence of tannins in leaves of beech trees (*Fagus sylvatica*) along an ecological gradient, detected by histochemical and ultrastructural analyses. **New Phytologist**, v. 138, p. 469-479, 1998.
- CANUTO, G. A. B. et al. Caraterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 1196-1205, 2010.
- CARDOSO C. et al. Avaliação da atividade antioxidante, toxicidade e composição química por CG-EM do extrato hexânico das folhas de *Campomanesia pubescens*. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 29, p. 297-301, 2008.

- CARBONE, K.; GIANNINI, B.; PICCHI, V.; LO SCALZO, R.; CECCHINI, F. Phenolic composition and free radical scavenging activity of different apple varieties in relation to the cultivar, tissue type and storage. **Food Chemistry**, v. 127, p. 493-500, 2011.
- CARNEIRO, R. G. S.; CASTRO, Q. C.; ISAIAS, R. M. S. Unique histochemical gradients in a photosynthesis-deficient plant gall. **South African Journal of Botany**, v. 92, p. 97–104, 2014.
- CARRARA, H. H. A.; DUARTE, G.; PHILBERT, P. M. P. Semiologia Ginecológica. In: SIMPÓSIO SEMIOLOGIA ESPECIALIZADA, 8., 1996, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP, 1996. p. 80-87.
- CARRATU, E.; SANZINI, E. Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetable. **Annali Istituto dell Superiori di Sanità**, v. 41, p. 7-16, 2005.
- CARVALHO JÚNIOR, A. R. et al. Constituintes químicos e atividade antioxidante de folhas e galhos de *Eugenia copacabanensis* Kiaersk (Myrtaceae). **Química Nova**, v. 37, p. 477-482, 2014.
- CARVALHO, J. L. N. et al. Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon. **Soil Tillage Research**, v. 103, p. 342-349, 2009.
- CARVALHO, P.E.R. Espécies arbóreas brasileiras. Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, vol. 2. Brasília, DF: Embrapa informações Tecnológica; Colombo, **PR: Embrapa Florestas**, 2006. 627 p.
- CASTRO, M. D. L.; CAPOTE, F. P. Soxhlet extractions: past and present pancea. **Journal of Chromatography A**, v. 1217, p. 2383-2389, 2010.
- CENTRO DE PESQUISA EM ALIMENTOS E DA FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS DA USP. **FAPESP**. São Paulo: FoRC Food Research Center. Disponível em: <http://www.usp.br/forc/pesquisa.php>. Acesso em: 2 de Dezembro de 2019.
- CHAPPELLE, E. W.; KIM, M. S. Ratio analysis of reflectance spectra (RARS): an algorithm for a remote estimation of the concentrations of chlorophyll A, chlorophyll B, and carotenoides in soybean leaves. **Remote Sensing of Environment**, v. 39, p. 239-247, 1992.
- CHEYNIER V. et al. Effect of pomace contact and hyperoxidation on the phenolic composition and quality of Grenache and Chardonnay wines. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 40, p. 36-42, 1989.
- CHUNG, K. T. et al. Tannins and human health: a review. **Critical Reviews in Food Nutrition**, v. 38, p. 421-464, 1998.
- CONDE, C.; DELROT, S.; GERÓS, H. Physiological, biochemical and molecular changes occurring during olive development and ripening. **Journal of Plant Physiology**, v. 165, p. 1545-1562, 2008.
- CORREA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. 5 ed. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1974. 512 p.

- COUTINHO, I. D. et al. Influência da variação sazonal nos teores de flavonoides e atividade antioxidante das folhas de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg, Myrtaceae, **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, p. 322-327, 2010.
- DAI, J.; MUMPER, R. J. Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. **Molecules**, v. 15, p. 7313–7352, 2010.
- DALASTRA, V. **Avaliação química e biológica de compostos bioativos extraídos da guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa* Berg)**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciencia e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Fronteira Sul, Laranjeira do Sul, 2018. 93 p.
- DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, p. 33-40, 2004.
- DESOTI, V. C. et al. Triagem fitoquímica e avaliação das atividades antimicrobiana e citotóxica de plantas medicinais nativas da região oeste do estado do Paraná. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 15, p. 3-13, 2011.
- DICKEL, M. L.; RATES, S. M.; RITTER, M. R. Plants popularly used for losing weight purposes in Porto Alegre, South Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 109, p. 60-71, 2007.
- DORNAS WC, OLIVEIRA TT, RODRIGUES-DAS-DORES RG, SANTOS AF, NAGEM TJ. Flavonoides: potencial terapêutico no estresse oxidativo. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada** v.28, p. 241 -249, 2007.
- EDGE, R.; MCGARVEY, D. J.; TRUSCOTT, T. G. The carotenoids as anti-oxidants - a review. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 41, p. 189-200, 1997.
- FABIANE, K. C. **Atividade antioxidante e antimicrobiana de extratos vegetais de folhas de espécies nativas de Myrtaceae**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019. 65 p.
- FALKENBERG, M. B.; SANTOS, R. I.; SIMÕES, C. M. O. Introdução à análise fitoquímica. In: SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5 ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, 2003. p. 230-245.
- FALLEH, H. et al. Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. **Comptes Rendus Biologies**, v. 331, p. 372-379, 2008.
- FANG, Y. Z.; YANG, S.; WU, G. Free radicals, antioxidants and nutrition. **Nutrition**, v. 18, p. 872-879, 2002.
- FERREIRA, G. C. **Diretrizes para coleta e identificação de material botânico**. Belém: Embrapa, 2006. 41 p.
- FONSECA, L. O. **Potencial antioxidante do extrato de *Campomanesia sessiliflora* (guabiroba verde) e modulação sobre a hidrólise de nucleotídeos em soro de ratos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biotecnologia) - Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2018. 34 p.

FRATIANNI, F. et al. Polyphenolic composition in different parts of some cultivars of globo artichoke (*Cynara cardunculus* L. var *scolymus*). **Food Chemistry**, v. 104, p. 1282-1286, 2007.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, p. 374-381, 2007.

HAAS, J.; SILVA, F. J. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de duas variedades de goiaba e arruda. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 9, p. 11-19, 2011.

HAAS, L. I. R. **Caracterização físico-química, fitoquímica, atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo*, e efeitos antiproliferativos de extratos dos frutos do araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) e da guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg.)**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011. 107p.

HARBORNE, J. B.; PALO, R. T.; ROBBINS, C. T. **Plant defenses against mammalian herbivore**. London: CRC, p. 45-59, 1991.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. 8. ed. Boston: Prentice Hall, 2011. 915 p.

HASLAM, E. **Plant polyphenolis: vegetable tannins revisited**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. 214 p.

HATANO, T.; KIRA, R.; YOSHIKAWA, M.; OKUDA, T. (1986) Seasonal changes in the tannins of liquidambar formosana reflecting their biogenesis. **Phytochemistry**, v.25, p. 2787-2789, 1986.

HEMINGWAY, R. W. **Chemistry and significance of condensed tannins**. New York: Plenum, 1989.

JAAKOLA, L. et al. Activation of flavonoid biosynthesis by solar radiation in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) leaves. **Planta**, v. 218, p. 721-728, 2004.

JACQUES, A. C.; ZAMBIAZI, R. C. Fitoquímicos em amora-preta (*Rubus* spp.). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 245-260, 2011.

JOHN, K. M. M. et al. Metabolic variations, antioxidant potential, and antiviral activity of different extracts of *Eugenia singampattiana* (an endangered medicinal plant used by Kani Tribals, Tamil Nadu, India) leaf. **BioMed Research International**, v. 2014, p. 1-11, 2014.

KATAOKA, V. M. F.; CARDOSO, C. A. L. Avaliação do perfil cromatográfico obtidos por CLAEAD e da atividade antioxidante das folhas de espécies *Campomanesia sessiliflora* (O. Berg) Mattos e *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, p.121-129, 2013.

KAUER, C.; KAPOOR, H. C. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium's health. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 36, p. 703-725, 2001.

KLAFKE, J. Z. et al. Effects of *Campomanesia xanthocarpa* on biochemical, hematological and oxidative stress parameters in hypercholesterolemic patients. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 127, p. 299-305, 2010.

KRINSKY, N. I. Carotenoids as antioxidants. **Nutrition**, v. 17, p. 815-817, 2001.

LEANDRO, F. D. **Caracterização fitoquímica e avaliação da atividade biológica dos extratos obtidos de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg.** Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2016. 98p.

LEE, K. W. et al. Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 7292-7295, 2003.

LEGRAND, C. D. Myrtaceae Catharinense novae. **Sellowia**, v. 8, p. 71-79, 1957.

LEÓN-CHAN, R. G. et al. Low temperature and ultraviolet-B radiation affect chlorophyll content and induce the accumulation of UV-B-absorbing and antioxidant compounds in bell pepper (*Capsicum annuum*) plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 139, p. 143-151, 2017.

LI, P. et al. Free radical-scavenging capacity, antioxidant activity and phenolic content of *Pouzolzia zeylanica*. **Journal of the Serbian Chemical Society**, v. 76, p. 709-717, 2011.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v. 148, p. 350-382, 1987.

LIMBERGER, J. et al. Composição química e efeito hipotensor do extrato de *Campomanesia xanthocarpa*. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 7., Bagé. **Anais...** Bagé: Universidade Federal do Pampa, 2016.

LIU, J. et al. *In vitro* and *in vivo* antioxidant activity of ethanolic extract of white button mushroom (*Agaricus bisporus*). **Food and chemical toxicology**, v. 51, p. 310-316, 2013.

LIU, P. et al. Characterization of metabolite profiles of leaves of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.). **Journal of agricultural and Food Chemistry**, v. 62, p. 12015-12026, 2014.

LOGUERCIO, A. P. Atividade antibacteriana de extrato hidro-alcoólico de folhas de jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skells). **Ciência Rural**, v. 35, p. 366-370, 2005.

LORIO, P. L. Growth-diferentiation balance: a basis for understading southern pine beetle-tree interactions. **For. Ecol. Manage.** v. 14, p. 259-273, 1986.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Bioactive substance contents and antioxidant capacity of the lipid fraction of *Annona crassiflora* Mart. seeds. **Industrial Crops and Products**, v. 42, p. 231-235, 2013.

LUZIA, D. M. M; JORGE, N. Potencial antioxidante de extratos de semente de limão (*Citrus limon*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 489-493, 2010.

- MA, M. et al. Seasonal, spatial, and interspecific variation in quercetin in *Apocynum venetum* and *Poacynum herdersonii*, chinese traditional herbal teas. **Journal of Agriculture, Food and Chemistry**, v. 51, p. 2390-2393, 2003.
- MADALOSSO, R. C. et al. *Campomanesia lineatifolia* Ruiz & Pav. as a gastroprotective agent. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 139, p. 772– 779, 2012.
- MAGINA, M. A. et al. Atividade antioxidante de três espécies de *Eugenia* (Myrtaceae). **Latin American Journal of Pharmacy**, v. 29, p. 376-82, 2010.
- MAKRIS, D. P.; BOSKOU, G.; ANDRIKOPOULOS, N. K. Polyphenolic content and *in vitro* antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, p. 125-132, 2007.
- MALTA, L. G. et al. *In vivo* analysis of antigenotoxic and antimutagenic properties of two Brazilian Cerrado fruits and the identification of phenolic phytochemicals. **Food Research International**, v. 49, p. 604-611, 2012.
- MANACH, C.; et al. Polyphenols: food sources and bioavailability. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, p. 727-747, 2004.
- MASELLA R, DI BENEDETTO R, VARÌ R, FILESI C, GIOVANNINI C. Novel mechanisms of natural antioxidant compounds in biological systems: involvement of glutathione. Variação sazonal de *D. rugosa*. **Rev Ciênc Farm Básica Apl.**, 2013
- MARKMAN, B. E. O. **Caracterização farmacognóstica de *Campomanesia xanthocarpa* Berg Myrtaceae**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. 169 p.
- MARKMAN, B. E. O.; BACCHI, E. M.; KATO, E. T. M. Antiulcerogenic effects of *Campomanesia xanthocarpa*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 94, p. 55-57, 2004.
- MATTOS, J. R. Myrtaceae do Rio Grande do Sul. **Roessléria**, v. 5, p. 169-370, 1983.
- MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Importância nutricional de los pigmentos carotenoides. **Archivos Latinoamericano de Nutrición**, v. 54, p. 149-155, 2004.
- MELLO, J. C. P.; SANTOS, S. C. Taninos. In: SIMÕES, C. M. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3 ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, 2001. p. 517-543.
- MELO, E. de A. et al. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, p. 193-201, 2008.
- MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Bol. SBCTA**, v. 36, p. 1-11, 2002.
- MIDDLETON JÚNIOR, E.; KANDASWAMI, C.; THEOHARIDES, T. C. The effects of plant flavonoids on mammalian cells: Implications for inflammation, heart disease, and cancer. **Pharmacological Reviews**, v. 52, p. 673-751, 2000.

MIDDLETON, E.; KANDASWANI, C. Free radical scavenging and antioxidant activity of plant flavonoids. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, v. 366, p. 351-376, 1994.

MIRANDA, N. V. S. **Avaliação da atividade antioxidante e citotóxica dos extratos hidroetanólicos das folhas e cascas de *Eugenia uniflora***. Trabalho de Conclusão de Curso (Biotecnologia) –Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2019.

MOTULSKY, H. **Statistics guide: Statistical analyses for laboratory and clinical researches**. San Diego: GraphPad Software, 2003. 146 p.

MORAIS, F. L. **Carotenóides: características biológicas e químicas**. Tese de monografia para conclusão do curso de Qualidade em Alimentos IV, Universidade de Brasília, Brasília, 2006

NEERGHEEN, V. S. et al. Characterization of the phenolic constituents in Mauritian endemic plants as determinants of their antioxidant activities in vitro. **Journal of Plant Physiology**, v. 163, p. 787-799, 2006.

NIKI E. Assessment of antioxidant capacity *in vitro* and *in vivo*. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 49, p. 503-515, 2010.

FERNANDES, T. de O. et al. *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae) fruits protect HEPG2 cells against carbon tetrachloride-induced toxicity. **Toxicology Reports**, v. 2, p. 184–193, 2015.

OLIVEIRA, L.A. de et al. Design of antiseptic formulations containing extract of *Plinia cauliflora*. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 47, p. 525-533, 2011.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y. D.; CARRILLO-SALAZAR, J. A. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, PI, v. 3, n. 4, p. 220-237, 2012.

PACHECO, L. A. et al. Avaliação de atividade antioxidante e polifenóis totais do extrato aquoso e etanólico de *Campomanesia xanthocarpa*. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 19., 2013, Santa Cruz do Sul. **Anais...** Santa Cruz do Sul: UNISC, 2013.

PAIS, M. P.; VARANDA, E. M. Variation in plant defenses of *Didymopanax vinosum* (Cham. &Schltdl.) Seem. (Apiaceae) a vegetation gradient in a Brazilian Cerrado. **Acta Botanica Brasilica**, n.17, p.395-403, 2003.

PEREIRA, M. C. Characterization and antioxidant potential of Brazilian fruits from the Myrtaceae family. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, p. 3061-3067, 2012.

PELLOSO, I. A. O. et al.. Avaliação da diversidade genética de uma população de guavira (*Campomanesia adamantium* Cambess, O. Berg, Myrtaceae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 3, 2008.

PIDDOCK, L. J. V. Clinically relevant chromosomally encoded multidrug resistance efflux pumps in bacterial. **Clinical Microbiology Review**, v. 19, p. 382-402, 2006.

PIZZI, A. et al. The chemistry and development of pine tannin adhesives for exterior particleboard. **Holzforsch**, v. 47, p. 168-174, 1993.

PRASNIEWSKI, A. et al. *In vitro* and *ex vivo* antioxidant activity of *Syzygium malaccense* leaves. In: BRAZILIAN CONFERENCE ON NATURAL PRODUCTS, 6., 2017, Vitória. **Anais...** Vitória: SBQ, 2017.

RADAELLI, J. C. **Seleção de jabuticabeiras juvenis considerando o vigor, o potencial antioxidante e a tolerância a geadas**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016. 154 p.

RADAELLI, J. C. **Atividade antioxidante de folhas dos genótipos de jabuticabeiras**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016. 154 p.

RAMOS, B. B. **Obtenção de extratos hexânico e metanólico das folhas de *Campomanesia sessiliflora*: caracterização físico-química e perfil antimicrobiano**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biotecnologia) – Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2017. 25 p.

REYNERTSON, K. A.; BASILE, M. J.; KENNELLY, E. J. Antioxidant potential of seven myrtaceous fruits. **Ethnobotany Research & Applications**, v. 3, p. 25-35, 2005.

RIIPI, M.; OSSIPOV, V.; LEMPA, K.; HAUKIOJA, E.; KORICHEVA, J.; OSSIPOVA, S.; PIHLAJA, K. Seasonal changes in birch leaf chemistry: are there trade-offs between growth and accumulation of phenolics. **Oecologia**, v. 130, p. 380-390, 2002.

ROCHA, W. S. et al. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 1215-1221, 2011.

RODRIGUES, E.; ALMEIDA, J. M. D.; PIRES, J. M. Perfil farmacológico e fitoquímico de plantas indicadas pelos caboclos do Parque Nacional do Jaú (AM) como potenciais analgésicas. Parte I. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, p. 981-991, 2010.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **Harvest Plus handbook for carotenoid analysis**. Washington: International Food Policy Research Institute; Cali: International Center for Tropical Agriculture, 2004. 58 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenoides: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2008

ROESLER, R. **Estudo de frutas do cerrado brasileiro para avaliação de propriedade funcional com foco na atividade antioxidante**. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, 2007. 218 p.

ROESLER, R. et al. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 27, p.53-60, 2007.

ROSSO, V. V. Bioactivities of Brazilian fruits and the antioxidant potential of tropical biomes, **Food and Public Health**, v. 3, p. 37-51, 2013.

RUFINO, M. S. M. et al. **Metodologia Científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS^{•+}. Fortaleza: Embrapa Agroindustrial Tropical, 2007. 4 p.

RUFINO, M. S. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996- 1002, 2010.

SANTOS, M. S. et al. Caracterização físico-química, extração e análise de pectinas de frutos de *Campomanesia xanthocarpa* B. (gabirola). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, p.101-106, 2009.

SANTOS, S.C, MELLO, J.C.P. Taninos. In: Farmacognosia – da planta ao medicamento. Eds. Simões CMO et al. 5. ed. Porto Alegre/Florianópolis: editora da UFRGS/editora da UFSC, p. 615 – 656, 2004.

SANTOS, R. D. et al. I Diretriz brasileira de hipercolesterolemia familiar (HF). **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 99, p. 1-28, 2012.

SAUNDERS, C. et al. Utilização de tabelas de composição de alimentos na avaliação do risco de hipovitaminose A. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 50, p. 237-242, 2000.

SCHWEITZER, J. A. et al. From genes to ecosystems: the genetic basis of condensed tannins and their role in nutrient regulation in a *Populus* model system. **Ecosystems**, v. 11, p. 1005-1020, 2008.

SHAHIDI, F. **Natural antioxidants**: chemistry, health effects, and applications. Newfoundland: AOCS, 1996. 432 p.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics**: sources, chemistry, effects, applications. Lancaster: Technomic, 1995. 331 p.

SILVA, E. M. et al. Antioxidant activities and polyphenolic contents of fifteen selected plant species from Amazonian region. **Food Chemistry**, v. 101, p. 1012-1018, 2007.

SILVA, M. R. et al. Composição química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, v. 38, p. 1790-1793, 2008.

SILVA, M. L. C. et al. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, p. 669-682, 2010.

SILVA, F. H. L. et al. Populações, matrizes e idade da planta na expressão de variáveis físicas em frutos do pequiizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 806-813, 2012.

SILVA, F. F.; RAMOS, M. P. O.; S. M. C. Estudos químicos e incorporação de extrato glicólico da folha de *campomanesia adamantium* (O. Berg) em creme hidratante cicatrizante, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM

INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13., São Paulo. **Anais...** São Paulo: Blucher, 2019. p. 2688-2694.

SIMÓN, B. F.; CADAHIA, E.; CONDE, E. Evolution of phenolic compounds of spanish oak wood during natural seasoning. First results. **Journal of Agricultural Food, Chemistry**, v.47, p.1687-1694, 1999.

SIMONETTI, E. et al. Avaliação da atividade antimicrobiana de extratos de *Eugenia anomala* e *Psidium salutare* (Myrtaceae) frente à *Escherichia coli* e *Listeria monocytogenes*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 18, n. 1, p. 9-18, 2016.

TAGLIAZUCCHI, D. et al. *In vitro* bio-accessibility and antioxidant activity of grape polyphenols. **Food Chemistry**, v. 120, p. 599-606, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 693 p.

TAWATA, N. **Determinação de carotenoides em alimentos brasileiros *in natura*, processados e preparados para a tabela nacional de composição de alimentos**. (Dissertação de mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP., 2010.

TEIXEIRA, M. L.; SOARES, A. R.; SCOLFORO, J. R. S. Variação do teor de tanino da casca de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] em 10 locais de Minas Gerais. **Ciência Prática de Lavras**, v. 14, n. 2, p. 229 - 232. 1990.

THAIPONG, K. et al. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 669-675, 2006.

TOYOHARA, M, de O. et al. Otimização de métodos de extração de antioxidantes em frutas. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 24., Maringá, 2015. **Anais...** Maringá: UEM, 2015.

VALKO, M. et al. Role of oxygen radicals in DNA damage and cancer incidence. **Molecular and Cellular Biochemistry**, v. 266, p. 37-56, 2004.

VALLILO, M. I. et al. Composição química dos frutos de *Campomanesia xanthocarpa* Berg – Myrtaceae. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 231-237, 2008.

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

VIEIRA, L. M. et al. Fenóis totais, atividade antioxidante e inibição da enzima tirosinase de extratos de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, p. 521-527, 2015.

VINAGRE, A. S. et al. Anti-diabetic effects of *Campomanesia xanthocarpa* (Berg) leaf decoction. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 46, p. 169-77, 2010.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; STRINGUETA, P. C. Pigmentos Naturais Bioativos. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, p. 157–166, 2009.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; BARRA, K.; STRINGUETA, P. C. Flavonoides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. **Revista Brasileira Nutrição**, v. 23, p. 141-149. 2008.

WU, X. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 4026-4037, 2004.

XAVIER, M. E. C. et al. Potencial antioxidante e alelopático de *Crataeva tapia* L. **Diversitas Journal**, v. 4, p. 306-318, 2019.

YOUNG J. A.; LOWE M. G. Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 385, p. 20-27, 2001.

ZAICOVSKI, C. B. **Caracterização de frutas nativas da Região Sul da América do Sul quanto à presença de compostos bioativos, da atividade antioxidante e da atividade antiproliferativa frente à células tumorais**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008. 91 p.

ZELAZOWSKI, V.H.; LOPES, G.L. **Avaliação preliminar da competição de crescimento entre 39 espécies arbóreas, em área sombreada com leucena (*Leucena leucocephala*)**. Floresta para o Desenvolvimento: Política, Ambiente, Tecnologia e Mercado: **anais**. São Paulo: SBS, p. 754, v.2, 1993.

ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chemistry**, v. 64, p. 555–559, 1999.

ZUANAZZI, J. A. S.; MONTANHA, J. A. Flavonoides. In: SIMÕES, C. M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5 ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, 2003. p. 576-614, 2003.