

# Atividade antifúngica in vitro dos óleos essenciais *Eugenia uniflora* e *Psidium cattleianum* contra o fitopatógeno *Thielaviopsis basicola*

Aline Barbosa Cassinelli<sup>1</sup>, Fábio Luís Maciel<sup>2</sup>, Juliana Fronza<sup>3</sup>, Joséli Schwambach<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, RS, Brasil e Universidade de Caxias do Sul/ UCS, Instituto de Biotecnologia, Caxias do Sul, RS, Brasil. E-mail: alinecassinelli@gmail.com

<sup>2</sup> Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos (2001). Professor adjunto da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - Unidade Bento Gonçalves. E-mail: macielfabioluis@gmail.com

<sup>3</sup> Mestre em Matemática Aplicada, na área de Biomatemática, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Professora Assistente da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS - Unidade Bento Gonçalves. E-mail: juliana-fronza@gmail.com

<sup>4</sup> Doutorado em Biologia Celular e Molecular, UFRGS. Professora do Centro de Ciências Agrárias e Biológicas UCS. E-mail: joselischwambach@gmail.com

Submetido em: 6 maio 2019. Aceito: 5 jun. 2019.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.53.250-256>

## Resumo

O fungo *Thielaviopsis basicola* (Berk. & Br.) Ferr é responsável por grandes perdas econômicas em diversas culturas agrícolas. O uso de óleos essenciais é uma técnica de controle alternativo de doenças fitopatogênicas. Este trabalho teve por objetivo caracterizar os compostos bioquímicos de óleos essenciais extraídos de folhas de *Eugenia uniflora* L (Pitanga) e *Psidium cattleianum* 'Sabine' (Araçá Vermelho) e avaliar se concentrações crescentes desses óleos essenciais aumentam a inibição do crescimento do fitopatógeno *T. basicola*. A caracterização dos compostos bioquímicos ocorreu pela análise em GC/MS em cromatógrafo gasoso. Para o teste in vitro foram utilizadas concentrações de 0,1%, 1,0% e 1,5% de cada óleo essencial extraído, sendo este diluído em meio BDA mantendo-se um tratamento controle (ausência dos óleos essenciais). Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. As placas foram incubadas por 19 dias à 25°C. As avaliações foram realizadas através de medições dos diâmetros das colônias. Verificou-se inibição de crescimento do fungo nas concentrações de 1,0% e 1,5% para ambos os óleos testados. Os resultados obtidos neste estudo demonstram que shiobunona e espatulenol são os compostos bioquímicos com maiores concentrações em óleo essencial de folhas de *E. uniflora*, enquanto 1.8-cineol é o composto bioquímico com maior concentração em óleo essencial de folhas de *P. cattleianum*. Ainda, os resultados obtidos confirmam a eficácia dos óleos essenciais no controle do crescimento de *T. basicola*, onde concentrações crescente desses óleos essenciais aumentam a inibição do crescimento desse fungo.

**Palavras-chave:** Controle Alternativo. Óleos Essenciais. Hortaliças. Inibição Fúngica.

## Abstract

### ***Antifungal in vitro activity of essential oils of Eugenia uniflora e Psidium cattleianum against phytopathogen Thielaviopsis basicola***

The fungus *Thielaviopsis basicola* (Berk. & Br.) Ferr is responsible for large economic losses in various agricultural crops. The use of essential oils is an alternative control technique for phytopathogenic diseases. This work aimed to characterize the biochemical compounds of essential oils extracted from leaves of *Eugenia uniflora* L (Pitanga) and *Psidium cattleianum* Sabine (Araçá Vermelho) and to evaluate if increasing concentrations of these essential oils increase the inhibition of *T. basicola* phytopathogen growth. The characterization of the biochemical compounds occurred

by GC / MS analysis in a gas chromatograph. For the in vitro test, concentrations of 0.1%, 1.0% and 1.5% of each extracted essential oil were used, being diluted in BPA medium maintaining a control treatment (absence of the essential oils). A completely randomized design with five replications was used. Plates were incubated for 19 days at 25 ° C. The evaluations were carried out by measurements of the diameters of the colonies. Growth inhibition of the fungus at concentrations of 1.0% and 1.5% was verified for both oils tested. The results obtained in this study demonstrate that shiobunone and spatulenol are the biochemical compounds with the highest concentrations in essential oil of leaves of *E. uniflora*, while 1.8-cineol is the biochemical compound with the highest concentration in essential oil of leaves of *P. cattleianum*. Furthermore, the results confirm the efficacy of the essential oils in controlling the growth of *T. basicola*, where increasing concentrations of these essential oils increase the inhibition of growth of this fungus.

**Keywords:** Alternative Control. Essential oils. Vegetables. Fungal Inhibition.

## Introdução

O fungo fitopatogênico *T. basicola* é responsável por grandes perdas econômicas, em especial nas culturas de alface, rúcula, citros, soja, cenoura, ervilha, feijão e pepino (O'BRIEN & DAVIS, 1994). Plantas de alface e rúcula infectadas pelo patógeno na fase inicial do crescimento apresentam lesões amarronzadas nas raízes principais, que vão aumentando de tamanho e assumem coloração enegrecida ocorrendo redução de crescimento das plantas infectadas e nas horas mais quentes do dia, as plantas murcham, sintomas conhecidos como murchadeira da alface e podridão negra da raiz. Quando a infecção acontece na fase inicial do desenvolvimento, observa-se tombamento seguido de morte (YAÑEZ, 2005). Espécies do gênero *Thielaviopsis* causam podridões em várias culturas e estão distribuídas por muitos países (OVERSTREET & MCGAWLEY, 2001).

A utilização de fungicidas tem se mostrado eficaz no controle do fungo *Thielaviopsis*, porém estes compostos podem causar danos à saúde do ser humano e ao meio ambiente. Nesse sentido, a utilização de óleos essenciais, caracterizados como os elementos voláteis contidos em muitos órgãos vegetais, tem se constituído em uma alternativa interessante para o controle de fitopatógenos, em especial por apresentarem baixa toxicidade e possuírem grande potencial para substituir o uso dos fungicidas sintéticos devido a suas propriedades antifúngicas, antibacterianas e inseticidas (SIQUI et al., 2000; FENG; ZHENG, 2007; KNAAK; FIUZA, 2010; LEE et al., 2008). A exploração da bioatividade antimicrobiana utilizando estes metabólitos secundários vegetais constitui, desse modo, mais uma forma potencial para o controle de doenças em plantas cultivadas (SCHWAN-ESTRADA & STANGARLIN, 2005).

Os óleos essenciais constituem misturas complexas de substâncias orgânicas voláteis, constituídos de compostos oxigenados e hidrocarbonetos, como os sesquiterpenos e monoterpenos, sendo que esses últimos compostos predominam e sua composição apresenta variação dependendo das espécies de plantas (NERIO et al., 2010; PRABUSEENIVASAN et al., 2006; SIQUEIRA et al., 2007). Neste contexto, os óleos essenciais formam um dos grupos de compostos naturais com maior potencial para o desenvolvimento de produtos para controlar doenças de plantas (FENG; ZHENG, 2007; KNAAK; FIUZA, 2010).

A família Myrtaceae é encontrada nas florestas brasileiras, muitas espécies são cultivadas devido seus frutos comestíveis. As folhas da maioria das espécies contêm consideráveis quantidades de substâncias voláteis (CRAVEIRO et al., 1981). Planta nativa do Brasil, a pitangueira *E. uniflora*, tem seu desenvolvimento em regiões de clima tropical e subtropical, valorizada pelo seu fruto. A pitangueira é encontrada desde o Brasil Central até o norte da Argentina (BEZERRA et al. 2000). Os óleos essenciais e extratos derivados das plantas de *E. uniflora* apresentam composição química diversa e podem ser extraídos de suas folhas, frutos, caules, flores e raízes (DA COSTA, 2009) os quais são produzidos em vários sítios no interior da célula e são armazenados principalmente nos vacúolos e nos tricomas glandulares (BAKKALI et al., 2008). Segundo Schapoval et al. (1994) as folhas da *E. uniflora* são ricas em óleos essenciais contendo citronelol, geraniol, cineol e sesquiterpenos.

O araçá, *P. cattleianum* é nativo do Brasil, pertence ao gênero *Psidium* e à família Myrtaceae, é encontrado desde o estado do Rio Grande do Sul, passando por Minas Gerais e chegando a região norte (FETTER et al., 2010). A espécie apresenta compostos fenólicos, ácido ascórbico e carotenos. Estes compostos auxiliam, no aumento da proteção contra oxidação celular, atividade antimicrobiana e anti-carcinogênica (PROTEGGENTE et al., 2002; SUN et al., 2002).

O objetivo com esse trabalho foi caracterizar os compostos bioquímicos de óleos essenciais extraídos das folhas de *E. uniflora* (Pitanga) e *P. cattleianum* (Araçá Vermelho) e avaliar se as concentrações crescentes desses óleos essenciais que inibem crescimento e desenvolvimento do fitopatógeno *T. basicola*.

## Material e Métodos

Para a realização do presente estudo foram utilizadas folhas de *E. uniflora* e *P. cattleianum* coletadas na localidade do 15 da Graciema, pertencente à Bento Gonçalves (Bento Gonçalves – RS). As folhas foram secas em estufa a 40°C, e após, utilizadas para a extração dos óleos essenciais pelo método de arraste por vapor. Esse método consiste em passar vapor à temperatura de aproximadamente 100°C por um leito fixo de massa verde de planta aromática, interno a um vaso extrator.

Para identificação dos componentes químicos, foi realizada análise em GC/MS em cromatógrafo gasoso acoplado a detector seletivo de massas Hewlett Packard 6890/MSD5973, equipado com software HP Chemstation e espectroteca Wiley 275. Foi utilizada uma coluna capilar de sílica fundida HP-Innowax (30 m x 250 m) 0,50 m espessura de filme (Hewlett Packard, Palo Alto, USA). Além disso, foi utilizada coluna capilar de sílica de acordo com Agostini et al. (2009).

O fungo utilizado para os ensaios in vitro foi *T. basicola* (012/17), conservado na Micoteca do Laboratório de Fitopatologia da Universidade de Caxias do Sul em meio (BDA). Foi avaliado o desenvolvimento ou inibição de *T. basicola* em diferentes concentrações dos óleos essenciais, utilizando meio de cultura BDA. As concentrações para os óleos essenciais de Pitanga foram 0,1 e 1,0% e para Araçá vermelho foram de 0,1, 1,0 e 1,5%. Aos meios com óleo foi adicionando Tween 20 (1:1) para emulsificar, sendo diluídas em meio BDA autoclavado e fundente (120°C), sob condições assépticas. Volumes iguais do meio de cultura, com as diferentes concentrações dos óleos testadas foram vertidas em placas de Petri e, logo após solidificação do meio, foram inoculados com um disco de 5 mm de diâmetro de ágar colonizado com micélio de *T. basicola* com 15 dias de desenvolvimento. A incubação foi feita em B.O.D com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas, durante 19 dias. Foram efetuadas sete medições do diâmetro das colônias durante os 19 dias utilizando paquímetro digital, tendo como referência o desenvolvimento da placa controle contendo o fungo desenvolvido em meio BDA, sem adição dos óleos essenciais. Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística por Análise de Variância (ANOVA) com  $p \leq 0,05$  seguido pelo teste de Tukey e pelo teste de Kruskal-Wallis utilizando o software SPSS 21.0 for Windows.

## Resultados e Discussões

O óleo extraído das folhas de *E. uniflora*, rendeu em média 0,31% (mL/1000g de folhas secas), tendo como compostos majoritários shiobunona (17,45%), espatulenol (14,65%),  $\beta$ -felandreno (5,64%),  $\alpha$ -bisabolol (4,23%) e epiglobulol (4,06%) (TABELA 1). Morais et al. (1996) isolaram e identificaram o óleo essencial, obtendo um rendimento de 0,74%, do qual os componentes majoritários foram selina-1,3,5(11)-trien-8-ona (48,52%) e oxidoselina-1,3,7(11)-trien-8-ona (17,33%), compostos presentes nas folhas como: monoterpenos, triterpenos, sesquiterpenos (ALICE et al., 1991; WAZLAWIK et al., 1997). Garcia (2018) utilizou o mesmo processo de extração do óleo essencial deste estudo, obteve em suas análises o composto elixeno (24,47%), gama-elemeno (24,16%),  $\beta$ -cariofileno (2,35%) e germacreno-D (5,88%), sendo que estes compostos foram verificados neste estudo, porém apresentaram concentrações menores (TABELA 1).

O óleo extraído das folhas de *Psidium cattleianum* rendeu, em média, 0,323% (mL/1000g de folhas secas), do qual, 1,8-cineol (33,88%), espatulenol (7,76%), Cis- $\beta$ -ocimeno (6,45%), linalol (4,97%) e  $\alpha$ -pineno (4,91%) foram os componentes mais abundantes (TABELA 1). Soliman et al. (2016) em suas análises identificou trinta e um compostos, sendo o  $\beta$ -cariofileno (28,83%) o principal sesquiterpeno identificado, seguido de  $\alpha$ -pineno (28,00%). Já Garcia (2018) encontrou os compostos majoritários:  $\beta$ -cariofileno (20,40%),  $\alpha$ -pineno (10,10%),  $\Delta$ -cadineno (7,38%) e germacreno D (7,21%), da classe dos sesquiterpenos, e o constituinte  $\alpha$ -pineno (10,10%), pertence aos monoterpenos. Adebajo et al. (1989), com estudos anteriores concluiu que a composição dos óleos essenciais varia qualitativamente e quantitativamente, dependendo da estação do ano, o que corrobora com os dados do presente estudo.

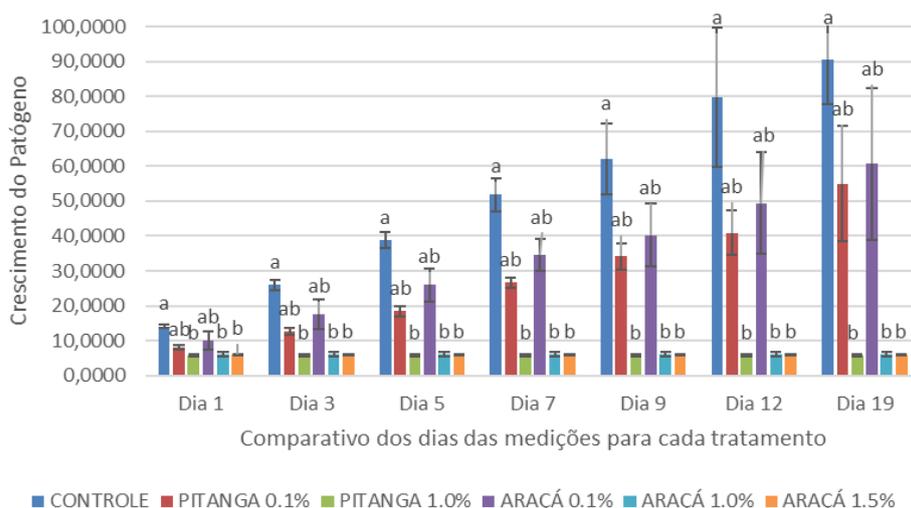
O óleo essencial de *E. uniflora* apresentou inibição do crescimento micelial do patógeno *T. basicola*

com a concentração de 1,0% desde o primeiro dia avaliado, mantendo esse resultado no décimo nono dia da avaliação, no qual o controle apresentou crescimento normal. A concentração de 0,1% não mostrou inibição significativa (FIGURA 1).

O óleo essencial de *Psidium cattleianum* apresentou inibição do crescimento micelial de *T. basicola* com as concentrações de 1,0 e 1,5%, do primeiro ao último dia de avaliação. A concentração de 0,1% não apresentou inibição significativa (FIGURA 2).

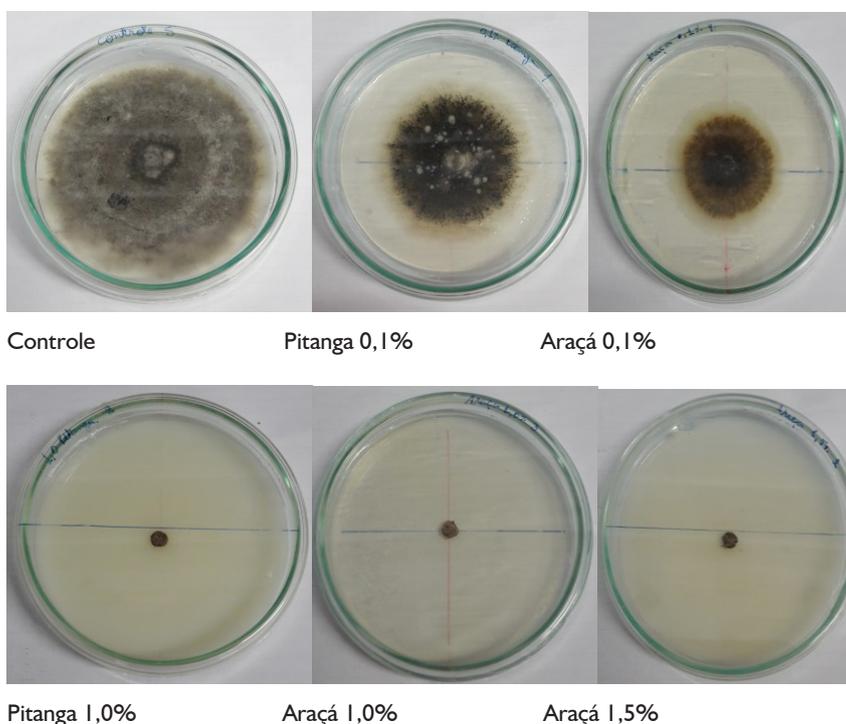
**Tabela 1.** Compostos majoritários dos óleos essenciais de *Eugenia uniflora* e *Psidium cattleianum*.

Compostos	Concentração (%)	
	<i>Eugenia uniflora</i>	<i>Psidium cattleianum</i>
$\alpha$ -felandreno	0,16	-
Mirceno	0,57	2,92
$\alpha$ -terpineno	0,16	1,11
Limoneno	0,19	1,88
1.8-cineol	0,20	33,88
$\beta$ -felandreno	5,64	0,65
$\alpha$ -ocimeno	0,44	-
cis- $\beta$ -ocimeno	1,00	6,45
1-hexanol	0,33	-
3-hexen-1-ol	2,94	0,83
$\beta$ -cariofileno	0,15	-
Aromadendreno	0,97	-
germacreno-D	2,11	-
$\alpha$ -selineno	1,58	-
$\alpha$ -muuroleno	1,01	-
D-cadineno	0,68	-
Calameneno	0,20	-
Shiobunona	17,45	-
Epiglobulol	4,06	-
Globulol	3,04	-
Espatulenol	14,65	7,76
Cadaleno	1,89	-
$\alpha$ -bisabolol	4,23	-
$\alpha$ -pineno	-	4,91
$\alpha$ -tujeno	-	1,03
Canfeno	-	0,21
$\beta$ -pineno	-	0,37
4-careno	-	0,28
trans- $\beta$ -ocimeno	-	3,65
o-cimeno	-	0,60
p-cimeno	-	3,33
D-terpineno	-	0,49
6-metil-5-hepten-2-ona	-	0,57
trans-óxido de limoneno	-	0,09
$\beta$ -cubebeno	-	0,10
Linalol	-	4,97
trans- $\alpha$ -bergamoteno	-	2,39
$\alpha$ -terpineol	-	2,86
Cuminal	-	0,22
óxido de cariofileno	-	0,28
Viridiflorol	-	0,45
juniper cânfora	-	0,35



**Figura 1**  
Efeito das diferentes concentrações de *Eugenia uniflora* e *Psidium cattleianum* no crescimento micelial de *Thielaviopsis basicola*.

Obs: Valores das médias são referentes aos dias que foi realizada as avaliações do teste. Letras indicam a comparação entre concentrações. Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).



**Figura 2**  
Perfil do crescimento ou inibição do desenvolvimento de colônias fúngicas em meio BDA suplementado com os óleos essenciais de *E. uniflora* e *P. cattleianum*, após 19 dias de cultivo.

Em estudos anteriores, foi possível verificar que os óleos essenciais de *E. uniflora* e *P. cattleianum* demonstraram atividade antifúngica (CASTRO et al., 2015). Santos (2016) comparou os óleos essenciais de cinco espécies da família Myrtaceae (Pitanga, Goiaba, Grumixama, Jamelão e Araçá) para atividade antifúngica, utilizando o fungo patógeno *Fusarium oxysporum*. Os resultados obtidos por Santos (2016) apresentaram inibição significativa do crescimento micelial do patógeno, somente o óleo essencial de goiaba não apresentou significância, porém os óleos de Pitanga e Araçá apresentaram inibição de 66,5% e 33,4% respectivamente. Soliman et al. (2016) verificaram atividade antimicrobiana, porém menos acentuada no controle de fungos com relação ao óleo essencial de Araçá. Garcia (2018) verificou atividade antimicrobiana para os óleos essenciais de *Eugenia uniflora* e *Psidium cattleianum* devido à composição química que possuem. Na literatura consta que os óleos essenciais de espécies da família Myrtaceae possuem atividade antimicrobiana e potencial antifúngico frente a fitopatógenos (BRUN & MOSSI, 2010; COSTA et al., 2010; LAGO et al., 2011; VICTÓRIA et al., 2012), esse estudo sinaliza por primeira vez atividade antifúngica dos óleos essenciais de *E. uniflora* e *P. cattleianum* **não relatada contra o patógeno** *Thielaviopsis basicola*.

## Conclusão

Shiobunona e espatulenol são os compostos bioquímicos com maiores concentrações em óleo essencial de folhas de *E. uniflora*, enquanto 1.8-cineol é o composto bioquímico com maior concentração em óleo essencial de folhas de *P. cattleianum*.

As concentrações que induziram a inibição *in vitro* do fungo foram 1,0% para *E. uniflora* e 1,0 e 1,5% para *P. cattleianum*.

Apesar dos dados obtidos, se faz necessária a realização de estudos mais detalhados para utilização destes óleos essenciais em formulações elaboradas com os compostos bioquímicos de maior concentração e a realização de experimentos *in vivo*, para utilização no controle alternativo.

## Referências

- ADEBAJO, A. C.; OLOKE, K. J.; ALADESANMI, A. J. Antimicrobial activities and microbial transformation of volatile oils of *Eugenia uniflora*. **Fitoterapia**, v. 5, p.451-455, 1989.
- AGOSTINI, F. *et al.* Chemical Composition of the Essential Oils from Leaves and Fruits of *Schinus molle* L. and *Schinus terebinthifolius* Raddi from Southern Brazil. **Jeobp**, v. 12, n. 1, p. 16-25, 2009.
- ALICE, C. B. *et al.* Screening of plants used in South Brazilian folk medicine. **Journal of Ethnopharmacol**, Limeric. v. 35, p.165-171, 1991. SIQUI et al., 2000
- BAKKALI F. *et al.* Biological effects of essential oils—a review. **Food Chem Toxicol**, v.46 (2), p. 446-475, 2008.
- BEZERRA, J. E. F.; SILVA JÚNIOR, J. F. da; LEDERMAN, I. E. Pitanga (*Eugenia uniflora* L.). **Rev. Bras. Frutic.**, Jabotical: FUNEP, 2000. Série Frutas Nativas 1, v. 24, n. 1, p. 30.
- BRUN, G. R.; MOSSI, A. J. Caracterização química e atividade antimicrobiana do óleo volátil de pitanga (*Eugenia uniflora* L.). **Perspectiva**, v. 34, p. 135-142, 2010.
- COSTA, P. da; *et al.* Influence of fruit biotypes on the chemical composition and antifungal activity of the essential oils of eugenia uniflora leaves. **J.Braz.Chem.Soc.**, v. 21, p. 851-858, 2010.
- CASTRO, M. R. *et al.* Essential oil of *Psidium cattleianum* leaves: antioxidant and antifungal activity. **Pharm. Biol.**, v. 53, p. 242-250, 2015.
- CRAVEIRO, A. A. *et al.* **Óleos essenciais de plantas do Nordeste**. Fortaleza: Editora UFC, 1981.
- COSTA, D. P. **Influência do biótipo de cor de fruto e da sazonalidade no óleo essencial das folhas de Eugenia uniflora**. Goiás, Goiânia. 2009, 78 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Goiás, 2009.
- FENG, W.; ZHENG, X. Essential oils to control *Alternaria alternate* *in vitro* and *in vivo*. **Food Control**, v. 18, p. 1126-1130, 2007.
- FETTER, Mariana da Rosa *et al.* Propriedades Funcionais do Araçá – Amarelo, Araçá - Vermelho (*Psidium Cattleianum* Sabine) e Araçá – Pera (*P. Acutangulum* D.C) Cultivados em Pelotas/RS. **Brazilian Journal Of Food Tecnology**, n.15, p. 92 -95, nov. 2010.
- GARCIA, Marcelle Oliveira. **Atividade antimicrobiana de extratos e óleos essenciais de araçá (*Psidium cattleianum* S.) e pitanga (*Eugenia uniflora* L) sobre patógenos de origem alimentar**. Pelotas, RS. 2018, 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Pelotas, 2018.
- KNAAK, N.; FIUZA, L. M. Potencial of essential plant oils to control insects and microorganisms. **Neotropical Biology and Conservation**, v.5, n. 2, p. 120-132, 2010.
- LAGO, J. H. G. *et al.* Chemical and biological evaluation of essential oils from two species of myrtaceae - *Eugenia uniflora* L. and *Plinia trunciflora* (O. Berg) Kausel. **Molecules**, v. 16, p. 9827-9837, 2011.
- LEE, Y. S. *et al.* Antifungal activity of Myrtaceae essential oils and their components against three phytopathogenic fungi. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 23, p. 23-28, 2008.
- MORAIS, S. M. *et al.* Volatiles constituents of *Eugenia uniflora* leaf oil from northeastern Brazil. **J. Essent. Oil Res.**, p. 449- 451, 1996.

- NERIO, L. S.; OLIVERO-VERBEL, J.; STASHENKO, E. Repellent activity of essential oils: a review. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 372-378, 2010.
- O'BRIEN, R. G.; DAVIS, R. D. Lettuce black root rot – a disease caused by *Chalara elegans*. **Australasian Plant Pathology**, p. 106-111, 1994.
- OVERSTREET, C.; MCGAWLEY, E. Thielaviopsis root rot. In: MALOY, O. C.; MURRAY, T. D. (Eds.). **Encyclopedia of Plant Pathology**. New York: John Wiley & Sons, 2001. v. 2, p. 1019-1021.
- PRABUSEENIVASAN, S.; JAYAKUMAR, M.; IGNACIMUTHU, S. *In vitro* antibacterial activity of some plant essential oils. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, p. 6 - 39, 2006.
- PROTEGGENTE, A. R. et al. The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. **Free Radical Research**, v. 36, n. 2, p. 217 – 233, 2002.
- SANTOS, Frances Regiane dos. **Estudo comparativo dos óleos essenciais de espécies da família Myrtaceae através do perfil cromatográfico, análise multivariada e atividades biológicas**. Rio de Janeiro. 2016, 115 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Curso de Pós-Graduação em Química, 2016.
- SIQUEIRA, A. A. et al. Avaliação da atividade antibacteriana do óleo essencial de *Eucalyptus globulus*: uma alternativa aos antibióticos convencionais. **Scientia Rev. Cent. Univ. Vila Velha**, v. 8, p. 199-214, 2007.
- SIQUEIRA, A. C. et al. Óleos essenciais – potencial anti-inflamatório. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v. 16, p. 38-43, 2000.
- SCHAPOVAL, E. E. S. et al. Evaluation of some pharmacological activities on *Eugenia uniflora* L. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 44, p. 137-142, 1994.
- SCHWAN-ESTRADA; K. R. F.; STANGARLIN, J. R. Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L. S. et al. **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 125-32.
- SOLIMAN, F. M. et al. Comparative study of the volatile oil content and antimicrobial activity of *Psidium guajava* L. and *Psidium cattleianum* Sabine leaves. Bulletin of Faculty of Pharmacy. **Bulletin of Faculty of Pharmacy, Cairo University**, 2016.
- SUN, J. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 25, p. 7449 –7454, 2002.
- TEIXEIRA-YAÑEZ, T.; DIANA, L. de. **Resistência genética, fungicidas e solarização para o controle de *Thielaviopsis basicola* (Berk. & Broome) Ferraris na cultura de alface (*Lactuca sativa* L.)**. Piracicaba, SP. 2005, p. 103. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo - 2005.
- VICTORIA, F. N. et al. Essential oil of the leaves of *Eugenia uniflora* L.: Antioxidant and antimicrobial properties. **Food Chem.Toxicol**, v. 50, p. 2668-2674, 2012.
- WAZLAWIK, E. et al. Analysis of the role of nitric oxide in the relaxant effect of the crude extract and fractions from *Eugenia uniflora* in the rat thoracic aorta. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 49, n. 4, p. 433-437, 1997.