

CARACTERÍSTICAS DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE *CITRUS*: UM POTENCIAL SUBPRODUTO AGROINDUSTRIAL

Jayuri Susy Fernandes de Araújo (1); João Vitor Fonseca Feitoza (2); Inês Maria Barbosa Nunes Queiroga (3); Cybelle de Oliveira Dantas (4); Mônica Tejo Cavalcanti (5)

⁽¹⁾Pós-Graduada em Qualidade e Segurança dos Alimentos – Faculdade SENAI da Paraíba, E-mail: jayuri.susy@gmail.com; ⁽²⁾Estudante do curso de Engenharia de Alimentos – Universidade Federal de Campina Grande – CCTA/Pombal. E-mail: joaovitorlg95@hotmail.com; ⁽³⁾Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal da Paraíba – PPGCTA/João Pessoa. E-mail: inesnunes2503@hotmail.com; ⁽⁴⁾Docente/pesquisador do Depto. de Gestão e Tecnologia Agroindustrial – Universidade Federal da Paraíba – CCHSA/Bananeiras. E-mail: cybelleoliveiradantas@gmail.com. ⁽⁵⁾Docente/pesquisador da Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Campina Grande – CCTA/Pombal. E-mail: monicatejoc@yahoo.com.br

Resumo: O Brasil é o maior produtor de frutas cítricas do mundo. Destaca-se na produção e no processamento de laranja para obtenção do suco. O óleo essencial de frutas cítricas é obtido dos resíduos da indústria do suco, em um processo realizado a partir da prensagem das cascas ou frutas. A região semiárida do Nordeste tem grande possibilidade para expansão da citricultura, pois possui condições edafoclimáticas favoráveis à prevenção do aparecimento de pragas e doenças, que têm causado grande impacto negativo na produção, em grandes centros produtores e exportadores. Com a potencialidade da região semiárida na agroindústria citrícola e a possibilidade do reaproveitamento dos resíduos gerados no seu processamento para obter um produto de alto valor agregado como o óleo essencial, este trabalho foi desenvolvido, afim de demonstrar as principais características dos óleos essenciais, os quais são de amplo uso pelas indústrias alimentícia, farmacêutica, cosmética e de perfumaria. Os óleos essenciais de citrinos são substâncias aromáticas de composição complexa, que possuem propriedades antimicrobianas, são de baixa toxicidade, são geralmente reconhecidos como seguros e apresentam ampla atividade biológica. Esses óleos vêm sendo muito estudados por suas características favoráveis e muito promissoras, principalmente como conservante natural em alimentos. Desta forma, os óleos essenciais do gênero *Citrus* apresentam-se como resíduos agroindustriais de uso relevante, se comportando como agentes antimicrobianos, antioxidantes, inseticidas, anti-inflamatórios, dentre outros. E podem ser largamente utilizados por se apresentarem livres de toxicidade.

Palavras-chave: Aproveitamento, frutas cítricas, agroindústria, óleo essencial, bioatividade.

1. Introdução

O Brasil lidera o ranking mundial de exportação de frutas cítricas processadas, destacando-se o suco concentrado de laranja congelado (OECD/FAO, 2016). A laranja apresenta-se como a principal espécie cítrica produzida e exportada, com 16.746.247 toneladas deste fruto produzidos em 2015 (IBGE, 2015).

contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br

No nordeste brasileiro destacam-se os estados da Bahia e Sergipe, que representam o terceiro e o quinto estado que mais produzem laranjas no Brasil, com 962.978 e 552.817 toneladas produzidas na safra de 2015, respectivamente. Limões (159.119 t) e tangerinas (36.866 t) também são produzidos no Nordeste (IBGE, 2015).

A cultura citrícola está vulnerável ao ataque de pragas e doenças, o que pode prejudicar diversos fatores em toda a cadeia produtiva dos citros, incluindo o volume de produção e o preço de venda comercial (MELLO; MAIA, 2008). Uma das principais causas da queda de produtividade desta cultura são os problemas fitossanitários (NAVA et al., 2007), podendo ser verificado através da redução em área plantada nos centros com maiores volumes de produção, como a região Sudeste. Em 1990, São Paulo contava com a participação de 82% em área plantada de laranjas no Brasil, decaindo, e chegando a 2015 com 57,9% na participação nacional deste cultivo (IBGE, 2015).

Tendo em vista os problemas enfrentados pelas regiões que apresentam volumes de produção mais expressivos de frutas cítricas, a região Nordeste, especificamente as regiões de perímetro irrigado do semiárido, apresenta-se como forte candidata para a expansão deste cultivo. O clima quente e seco da região Nordeste é um ponto positivo para o cultivo desses produtos, uma vez que desfavorece a manifestação do cancro cítrico, dentre outras doenças graves que atingem esse cultivo, possibilitando a redução do uso de defensivos agrícolas, aumentando a produtividade e reduzindo os custos de produção (PASSOS et al., 2010).

Passos et al. (2010), em estudo sobre a potencialidade do Submédio São Francisco para citricultura, apresentaram a região Nordeste com suas várias oportunidades de expansão desta cultura, enfatizando dentre outras práticas, a não utilização do controle de pragas rotineiro, como pulverizações. Sugeriram a partir destas práticas utilizadas, a denominação de “Citricultura Ecológica”, despertando de países europeus que demandam cada vez mais produtos livres de defensivos agrícolas.

Borges (2013) afirma que a região do Submédio São Francisco é capaz de se transformar em um novo polo produtor de frutas cítricas com grandes perspectivas para o cultivo, inclusive destinado a produção industrial. Isso se deve as condições climáticas altamente favoráveis. Passos et al. (2010) e Borges (2013) apontam a localização como um dos pontos principais para expandir a citricultura no Nordeste, uma vez que a localização das principais regiões produtoras encontra-se próxima as capitais, com rodovias pavimentadas e portos marítimos, facilitando a logística, energia elétrica, e disposição de tecnologia adequada.

O cultivo e processamento dos frutos cítricos gera um grande volume de resíduos. Na extração do suco de citros cerca de 50% do fruto pode ser julgado como um subproduto

resultante deste processo (CHON; CHON, 1997). Tal subproduto indica forte potencial para utilização como matéria-prima de qualidade surpreendente nas indústrias de alimentos, farmacêutica, e de rações (VILAS BOAS et al., 2001).

A possibilidade de extração de óleos essenciais (OE) a partir dos resíduos da laranja, bem como de outros frutos do gênero *Citrus*, é uma alternativa rentável (CORAZZA; RODRIGUES; NOZAKI, 2001). Agregando valor a um subproduto agroindustrial, obtém-se os OE, que são substâncias fitoquímicas fornecedoras de atividades antioxidantes e antimicrobianas naturais, atuando sobre várias bactérias e fungos, além de diversas outras atividades que favorecem o uso diversificado destes (DORMAN; DEANS, 2000; MOREIRA et al., 2005; FISHER; PHILLIPS, 2008).

Partindo deste contexto, como uma possibilidade viável para expansão do setor citrícola nas regiões semiáridas e tendo em vista o aproveitamento da grande quantidade de resíduos gerados pela agroindústria de frutas cítricas, o presente trabalho trata-se de uma prospecção sobre as características dos OE de citros e sua potencialidade como agentes antimicrobianos.

2. Metodologia

O estudo foi realizado através de pesquisas bibliográficas sobre as principais características dos OE, sua especificidade no gênero *Citrus*, seu potencial como agente antimicrobiano, bem como suas características citotóxicas. Deste modo, foram utilizados recursos como base de dados estatísticos, informações de órgão de reconhecimento nacional e internacional de pesquisa agropecuária, dissertações, artigos científicos e livros que abordam o tema estudado.

3. Resultados e discussão

3.1 Óleos Essenciais

Os óleos essenciais (OEs) são misturas naturais complexas de substâncias voláteis e lipofílicas que possuem componentes incluindo hidrocarbonetos terpênicos, alcoóis simples e terpênicos, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, éteres, cumarinas, peróxidos, ácidos orgânicos, óxidos, lactonas, entre outros, em diferentes concentrações (SANTURIO et al., 2007). Nas últimas décadas foram descobertas e elucidadas centenas de componentes, abrindo possibilidades para compreensão da complexidade e a variedade que existe neste grupo de

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br

produtos naturais, que têm predominância dos terpenóides, representados por monoterpenos (C_{10}) e sesquiterpenos (C_{15}), além de fenilpropanóides e outros componentes voláteis (FRANZ, 2010).

Geralmente, o composto majoritário é o farmacologicamente ativo, pelo qual determina as propriedades biológicas dos OEs (SANTURIO et al., 2007). No entanto, há evidências de que os componentes em menor proporção desempenham um papel essencial na atividade antibacteriana dos OEs, possivelmente pela possibilidade de sinergismo com outros componentes (DELAQUIS et al., 2002).

Segundo Gounaris (2010) a designação terpenóides ou terpenos é utilizada para fazer referência as substâncias derivadas biossinteticamente de isoprenos, compostos por cinco átomos de carbono, cada unidade. Os principais terpenóides em OEs pertencem à classe dos monoterpenos e sesquiterpenos, compostos por duas e três unidades de isopreno, respectivamente.

Os OEs são substâncias derivadas do metabolismo secundário das plantas (OKOH, 2010). Exercem uma diversidade de funções fundamentais à sobrevivência vegetal, inclusive na defesa contra microrganismos (SIQUI et al., 2000). A produção desses metabólitos funciona como uma resposta a fatores de estresse, desta forma, a produtividade e teor de óleo essencial pode variar de acordo com as condições de crescimento das plantas (THEIS; LERDAU, 2003).

Os OEs podem estar presentes nas cascas, folhas, flores, madeira, raízes, rizomas, frutos ou sementes das plantas. Apesar de todos os órgãos de um vegetal serem capazes de acumular óleos voláteis, a composição é variável de acordo com a localização. A obtenção dos OEs em diferentes órgãos, de uma mesma espécie vegetal, pode apresentar diferentes composições químicas, além de odores e características físico-químicas diversificadas. Apresentam também variações significativas em função da época de colheita, solo, fertilização, irrigação, condições climáticas, método de extração e, especialmente, da fase de desenvolvimento da planta na data da colheita (SIMÕES et al., 2007; BAKKALI et al., 2008).

Os OEs, também denominados óleos voláteis ou etéreos, possuem aroma intenso e agradável, são líquidos de aspecto oleoso à temperatura ambiente, mas se volatilizam em exposição ao ar em temperaturas específicas. Tais características os distingue dos óleos fixos (BERALDO et al., 2013).

A maior aplicabilidade na comercialização dos OEs de plantas é em função da sua qualidade aromática. Todavia, nos últimos anos as indústrias e pesquisas científicas têm buscado a utilização para esses compostos devido a suas propriedades funcionais e pelo seu contato@conidis.com.br

potencial para utilização como conservante natural, principalmente, como agentes antimicrobianos, com potencial para o controle de bactérias patogênicas e deteriorantes em alimentos. Porém, o uso de OEs como antimicrobianos ainda possui muitos obstáculos (GUTIERREZ; BARRY-RYAN; BOURKE, 2008; BERALDO et al., 2013).

Nazer et al. (2005) apontam como um dos entraves para a aplicação direta dos OEs o seu forte sabor e odor, que implica diretamente nas características sensoriais dos alimentos, podendo também exceder o limiar de aroma aceitável pelos consumidores.

Apesar deste obstáculo para sua aplicação direta em alimentos, é muito importante o estudo dos OEs e dos seus potenciais, pois além de apresentarem atividade antimicrobiana e propriedades flavorizantes, possuem ações antissépticas e medicamentosas. No entanto, detêm-se um maior espectro de estudos de alguns dos mecanismos de ação, principalmente quanto ao potencial antimicrobiano, sendo os OEs considerados como os agentes antimicrobianos mais importantes presentes nas plantas (MACHADO; BORGES; BRUNO, 2011).

3.1.1 Gênero *Citrus*

O gênero *Citrus* pertence à família Rutaceae. É abundante em regiões tropicais e bastante conhecido pelas suas propriedades medicamentosas, em razão da presença de compostos altamente antioxidantes, os fenóis, incluindo os flavonóides, cujas propriedades se concentram em extratos obtidos a partir de frutas, além das folhas (KAEWSUKSAENG et al., 2011).

Entre as frutas mais produzidas e consumidas no mundo, estão as cítricas, com destaque para as laranjas, limas, tangerinas e limões (OLIVEIRA; EPIFÂNIO; SCIVITTARO, 2008). Por ano, são produzidas 135 milhões de toneladas de frutas cítricas, segundo dados atualizados pela FAO até 2013. O Brasil, Estados Unidos e China são os líderes mundiais na produção dessas frutas (FAO, 2015).

Uma fonte potencial de valiosos subprodutos são os resíduos da indústria de suco, como cascas, sementes e polpas, que representam cerca de 50% das frutas cítricas (ANWAR et al., 2008). Os resíduos de suco de laranja são aproveitados na forma de suco extraído da polpa (*Pulp Wash*), como OEs, essência oleosa, essência aquosa, d-limoneno, farelo de polpa cítrica peletizada, polpa congelada e como melão (DARROS-BARBOSA; CURTOLO, 2005).

O Brasil é um dos principais fornecedores dos OEs de laranja, lima, limão, dentre outros cítricos. Estando entre os OEs mais utilizados no mundo. São obtidos principalmente como subprodutos da indústria de suco (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009), em um processo que ocorre paralelamente à obtenção dos sucos, realizado a partir da prensagem das cascas ou frutas. Os óleos provenientes deste processo são utilizados largamente em perfumarias, além de serem utilizados na área farmacêutica, em materiais de limpeza e na indústria de alimentos, como em balas e bebidas (SILVA-SANTOS et al., 2006; BOUSBIA et al., 2009).

Estruturas histológicas especializadas estão habitualmente relacionadas a síntese e ao acúmulo de OEs. Em óleos de citros, existem glândulas localizadas no flavedo (epicarpo), onde se encontra também os carotenóides que distingue as cores das cascas de cada espécie (BOUSBIA et al., 2009).

Em geral, a composição química dos OEs de citrinos divide-se em hidrocarbonetos terpênicos e terpenos oxigenados (terpenóides). Tendo como constituinte principal o hidrocarboneto terpênico limoneno. Apesar de ter como composto majoritário o limoneno, são os terpenóides (linalol, nerol, neral, acetato de linalina e outros) que favorecem com maior intensidade para o aroma dos óleos e, geralmente, aparecem em menores quantidades (YABIKU; LARA, 1986).

O epicarpo dos citros possui muitos metabólitos secundários, como terpenóides, carotenoides, cumarinas, furanocumarinas e flavonoides, especialmente flavononas e flavonas polimetoxiladas, que são pouco frequentes em outros vegetais. Todos esses metabólitos atuam na proteção contra fatores bióticos e abióticos (AHMAD et al., 2006). Estando presentes em extratos e óleos de frutas cítricas, tais compostos apresentam ampla bioatividade, como atividade antibacteriana (CALLAWAY et al., 2011; GERHARDT et al. 2012), antioxidante (BOCCO et al., 1998), antifúngica (MABRY; ULUBELEN, 1980; LIU et al., 2012;), inseticida (SISKOS; MAZOMENOS; KONSTANTOPOULOU, 2008), anti-inflamatória (MABRY; ULUBELEN, 1980), entre outras bioatividades.

3.2 Atividade Antimicrobiana

Os OEs são considerados os agentes antimicrobianos naturais mais importantes, além disso apresentam atividades antioxidante e anti-inflamatória (BAJPAI; RAHMAN; KANG, 2008). Estes óleos, obtidos a partir de plantas aromáticas, podem ter sua composição e quantidade afetadas em consequência de muitos fatores físicos e químicos, relacionados à

produção do vegetal pelo qual é extraído, bem como pelo modo de extração, podendo afetar a quantidade dos principais componentes antimicrobianos dos OEs (CALO et al., 2015).

Compostos fitoquímicos, como os OEs, são encontrados naturalmente em muitas plantas. Têm demonstrado sua eficácia numa variedade de aplicações através da redução do crescimento e sobrevivência de micro-organismos (CALLAWAY et al., 2011). Fratianni et al. (2010) afirmam que muitas pesquisas têm avaliado o potencial para utilização destes aditivos alimentares naturais, que, além de manter uma ampla faixa de atividades antimicrobiana e antioxidante, possui a capacidade para manter a qualidade e vida útil de alimentos perecíveis.

Antes da aplicação de um óleo essencial como agente antimicrobiano é importante conhecer seu comportamento através de ensaios *in vitro*. Tao et al. (2009) obtiveram resultados positivos em estudo realizado com o óleo essencial da casca de Ponkan (*Citrus reticulata* Blanco) frente à *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, demonstrando a inibição destas bactérias testadas e a possibilidade de utilizá-lo no controle de micro-organismos.

A maioria dos OEs possuem algum grau de atividade antimicrobiana. Essa atividade é atribuída à ação das substâncias presentes em sua composição como os compostos fenólicos, monoterpenos e terpenóides (GILLES et al., 2010). Entretanto, a ação antimicrobiana de OEs e o seu mecanismo de ação ainda não estão completamente elucidados (BURT, 2004), e não pode ser confirmada com base apenas na ação de um só composto, pois, em sua composição existem vários outros (BAJPAI; BAEK; KANG, 2012), mesmo que em quantidades ínfimas.

Nos monoterpenos, o mecanismo de ação abrange, principalmente, consequências tóxicas ocasionadas à estrutura da membrana celular dos micro-organismos e à sua função (OLIVEIRA et al., 2011). E o limoneno, composto mais expressivo em frutas cítricas, é um monoterpeno.

Em relação aos compostos fenólicos, fenóis simples, ácidos fenólicos, flavonas e quinonas, como também os alcaloides, representam os grupos principais de compostos do metabolismo secundário extraídos de plantas, que apresentam propriedades antimicrobianas (SINGH; SAHU; SINGH, 2002). Embora estejam em quantidades menos expressivas na composição dos OEs.

3.3 Citotoxicidade

Os OEs são naturais, biodegradáveis e geralmente apresentam baixa toxicidade aos mamíferos, mas, ao mesmo tempo, possuem efetividade sobre diversos alvos, como micro-organismos (Figueiredo et al., 2008). Em sua maioria os antimicrobianos naturais são

reconhecidos como seguros, toda via, depende de sua origem botânica, de sua aplicação, se serão utilizados em alimentos ou não, e se em suas formas concentradas apresentam ausência de toxicidade (RAYBAUDI-MASSILIA et al., 2009).

Para que um composto seja considerado um agente antimicrobiano ideal, é necessário que o mesmo seja denominado GRAS (Generally Recognised as Safe), pela Food and Drug Administration (FDA) e que ele esteja disponível em grandes volumes como um subproduto industrial. Os OEs de citrinos geralmente apresentam estas características. (CALLAWAY et al., 2011).

Os consumidores têm exigido alimentos naturais, sem aditivos sintéticos, porém, com extensa validade. Sendo que estas exigências também recebem atenção especial da legislação, pela necessidade da segurança alimentar. Os produtos naturais têm surgido como alternativa que apresenta efetividade, capazes de fornecer aos alimentos segurança microbiológica (KUMAR et al., 2010).

Amaral e Silva (2008) afirmam que não é apenas necessário evidenciar a atividade biológica que os compostos presentes em extratos vegetais possuem, mas é preciso também verificar o possível efeito citotóxico desses compostos, que apesar de serem naturais, podem apresentar toxicidade segundo sua forma de preparo, concentração e uso. Para isso, o bioensaio de letalidade com os náuplios do microcrustáceo *Artemia salina* Leach, que permite avaliar o potencial tóxico de extratos vegetais, é considerado um bioensaio preliminar no estudo de produtos de origem natural com potencial biológico. Este ensaio torna-se viável por assemelhar-se aos limites dos efeitos tóxicos ocasionados em *Artemia salina* com aqueles produzidos no organismo humano.

Os bioensaios são muito importantes para resultados de citotoxicidade como complemento à estudos de atividade biológica, sendo a toxicidade frente *Artemia salina* Leach um dos métodos mais utilizados, por ser eficiente, apresentando rapidez nos ensaios, facilidade no manuseio, pouca quantidade de amostra, além de baixo custo, sendo favorável em pesquisas que buscam substâncias ativas em plantas (NASCIMENTO et al., 2008).

4. Conclusões

As características dos OEs podem variar de acordo com as diversas condições de cultivo e extração. Eles possuem composição química complexa e propriedades aromáticas intensas.

Os óleos essenciais do gênero *Citrus* apresentam-se como resíduos agroindustriais de relevante uso, uma vez que possui ampla atividade biológica, se comportando como agentes antimicrobianos, antioxidantes, inseticidas, anti-inflamatórios, dentre outros.

5. Referências Bibliográficas

AHMAD, M. M.; REHMAN, S.; IQBAL, Z.; ANJUM, F. M.; SULTAN, J. I. Genetic variability to essential oil composition in four *Citrus* fruit species. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 38, n. 2, p. 319-324, 2006.

AMARAL, E. A.; SILVA, R. M. G. Avaliação da Toxicidade Aguda de Angico (*Anadenanthera falcata*), pau-santo (*Kilmeyera coreacea*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) e cipó-de-são-joão (*Pyrostegia venusta*), por meio do bioensaio com *Artemia salina*. **Perquirêre**, v. 5, n. 5, p. 1-16, 2008.

ANWAR, F.; NASEER, R.; BHANGER, M. I.; ASHRAF, S.; TALPUR, F. N.; ALADEDUNYE, F. A. Physico-Chemical Characteristics of *Citrus* Seeds and Seed Oils from Pakistan. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 85, n. 9, p. 321–330, 2008.

BAJPAI, V. K.; RAHMAN, A.; KANG, S. C. Chemical composition and inhibitory parameters of essential oil and extracts of *Nandina domestica* Thunb. to control foodborne pathogenic and spoilage. **International Journal of Food Microbiology**, v. 125, p. 117-122, 2008.

BAJPAI, V. K.; BAEK, K.-H.; KANG, S. C. Control of *Salmonella* in foods by using essential oils: a review. **Food Research International**, v. 45, n. 2, p. 722-734, 2012.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446–475, 2008.

BERALDO, C.; DANELUZZI, N. S.; SCANAVACCA, J.; DOYAMA, J. T.; FERNANDES JÚNIOR, A.; MORITZ, C. M. F. Eficiência de óleos essenciais de canela e cravo-da-índia como sanitizantes na indústria de alimentos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 436-440, 2013.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.

BOCCO, A.; CUVELIER, M.-E.; RICHARD, H.; BERSSET, C. Antioxidant activity and phenolic composition of *Citrus* peel and seed extracts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, n. 6, p. 2123-2129, 1998.

BORGES, J. P. **Frutas no Polígono das Secas, quem diria!** (2013). Disponível em: <https://www.sescsp.org.br/online/artigo/compartilhar/6598_FRUTAS+NO+POLIGONO+DAS+SECAS+QUEM+DIRIA>. Acesso em: 06 de set. de 2016.

BOUSBIA, N.; VIAN, M. A.; FERHAT, M. A.; MEKLATI, B. Y.; CHEMAT, F. A new process for extraction of essential oil from *Citrus* peels: Microwave hydrodiffusion and gravity. **Journal of Food Engineering**, v. 90, n. 3, p. 409-413, 2009.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – A Review. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 94, n. 3, p. 223-253, 2004.

CALLAWAY, T. R.; CARROLL, J. A.; EDRINGTON, T. S.; ANDERSON, R. C.; COLLIER, C. T.; NISBET, D. J. *Citrus* products and their use against bacteria: Potential health and cost benefits. In: WATSON, R.; GERALD, J. L.; PREEDY, V. R.; Editors. **Nutrients, Dietary Supplements, and Nutraceutical: Cost Analysis Versus Clinical Benefits**. New York: Humana press, cap. 17, p. 277–286, 2011.

CALO, J. R.; GRANDALL, P. G.; O'BRYAN, C. A.; RICKE, S. C. Essential oils as antimicrobials in food systems – A review. **Food Control**, v. 54, p. 111-119, 2015.

CHON, R.; CHON, A. L. Subprodutos del procesado de las frutas. In: ARTHEY, D; ASHURST, P. R. (Eds.). **Procesado de Frutas**. Zaragoza: Acribia, 1997. 273 p.

CORAZZA, M. L.; RODRIGUES, D. G.; NOZAKI, J. Preparação e caracterização do vinho de laranja, **Revista Química Nova**, v. 24, p. 449-452, 2001.

DARROS-BARBOSA, R.; CURTOLO, J. E. Produção industrial de suco e subprodutos cítricos. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Orgs.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico, Fapesp, cap. 28, p. 839-870, 2005.

DELAQUIS, P. J.; STANICH, K.; GIRARD, B.; MAZZA, G. Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. **International Journal of Food Microbiology**, v. 74, p. 101-109, 2002.

DORMAN, H.; DEANS, S. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal of applied microbiology**, v. 88, n. 2, p. 308-316, 2000.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT**. 2015. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/>>. Acesso em abr. 2016.

FIGUEIREDO, A. C.; BARROSO, J. G.; PEDRO, L. G.; SCHEFFER, J. J. C. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 23, n. 4, p. 213-226, 2008.

FISHER, K.; PHILLIPS, C. Potential antimicrobial uses of essential oils in food: is *Citrus* an answer? **Trends in Food Science & Technology**, v. 19, n. 3, p. 156-164, 2008.

FRANZ, C. M. Essential oil research: past, present and future. **Flavour Fragrance Journal**, v. 25, n. 3, p. 112-113, 2010.

FRATIANNI, F.; DE MARTINO, L.; MELONE, A.; DE FEO, V.; COPPOLA, R.; NAZZARO, F. Preservation of chicken breast meat treated with thyme and balm essential oils. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 8, p. M528-M535, 2010.

GERHARDT, C.; WIEST, J. M.; GIROLOMETTO, G.; SILVA, M. A. S.; WESCHENFELDER, S. Aproveitamento da casca de citros na perspectiva de alimentos: prospecção da atividade antibacteriana. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 15, p. 11-17, 2012.

GILLES, M.; ZHAO, J.; AN, M.; AGBOOLA, S. Chemical composition and antimicrobial properties of essential oils of three Australian Eucalyptus species. **Food Chemistry**, v. 119, n. 2, p. 731-737, 2010.

GOUNARIS, Y. Biotechnonology for the production of essential oil, flavous and volatile isolates. A reiew. **Flavor and Fragrance Journal**, v. 25. n. 5, p. 367-386, 2010.

GUTIERREZ, J.; BARRY-RYAN, C.; BOURKE, P. The antimicrobial efficacy of plant essential oil combinations and interactions with food ingredients. **International Journal of Food Microbiology**, v. 124, n. 1, p. 91-97, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (2015). **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/>>. Acesso em set. 2016.

KAEWSUKSAENG, S.; URANO, Y.; AIAMLA-OR, S.; SHIGYO, M.; YAMAUCHI, N. Effect of UV-B irradiation on chlorophyll degrading enzyme activities and postharvest quality in stored lime (*Citrus latifolia* Tan.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 61, p. 124–130, 2011.

KUMAR, A.; SHUKLA, R.; SINGH, P.; DUBEY, N. K. Chemical composition, antifungal and antiaflatoxic activities of *Ocimum sanctum* L. essential oil and its safety assessment as plant based antimicrobial. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, n. 2, p. 539-543, 2010.

LIU, L.; XU, X.; CHENG, D.; YAO, X.; PAN, S. Structure Activity relationship of *Citrus* polymethoxylated flavones and their inhibitory effects on *Aspergillus niger*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 12, p. 4336-4341, 2012.

MABRY, T. J.; ULUBELEN, A. Chemistry and Utilization of Phenylpropanoids Including Flavonoids, Coumarins and Lignans. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 28, n. 2, p. 188-196, 1980.

MACHADO, T. F.; BORGES, M. F.; BRUNO, L. M. **Aplicação de antimicrobianos naturais na conservação de alimentos**. Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza. 2011. 32 p. Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br>

MELLO, J. W.; MAIA, S. Mosca-negra-dos-citros. In: PINTO, A. de S.; ZACCARO, R. P. (orgs). **Produção de mudas e manejo fitossanitário dos citros**. Piracicaba: Cp. 2, p. 37-45, 2008.

MOREIRA, M. R.; PONCE, A. G.; DEL VALLE, C. E.; ROURA, S. I. Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. **LWT-Food Science and Technology**, v. 38, n. 5, p. 565-570, 2005.

NASCIMENTO, J. E.; MELO, A. F. M.; LIMA e SILVA, T. C.; VERAS FILHO, J.; SANTOS, E. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; AMORIM, E. L. C. Estudo fitoquímico e bioensaio toxicológico frente a larvas de *Artemia salina* Leach. de três espécies medicinais do gênero *Phyllanthus* (Phyllanthaceae). **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 29, n. 2, p. 145-150, 2008.

NAZER, A. I., KOBILINSKY, A., THOLOZANA, J. L., DUBOIS-BRISSONNETA, F. Combinations of food antimicrobials at low levels to inhibit the growth of *Salmonella* sv. typhimurium: a synergistic effect? **Food Microbiology**, v. 22, n. 4, p. 391-398, 2005.

NAVA, D. E.; TORRES, M. L. G.; RODRIGUES, M. D. L.; BENTO, J. M. S.; PARRA, J. R. P. Biology of *Diaphorina citri* (Hem., Psyllidae) on different hosts and at different temperatures. **Journal of Applied Entomology**, v. 131, n. 9-10, p. 709-715, 2007.

OECD/FAO (2016), **OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025**, OECD Publishing, Paris. DOI: http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-en

OKOH, O. O. **Chemical transformations and phytochemical studies of bioactive components from extracts of *Rosmarinus officinalis* L.** 2010. 198 f. Dissertação (doutorado em filosofia) – Faculdade de Ciências e Agricultura na Universidade de Fort Hare, Fort Hare, 2010.

OLIVEIRA, R. P.; EPIFÂNIO, N. B.; SCIVITTARO, W. B. A nova citricultura na fronteira oeste do Rio Grande do Sul. In: Ciclo de palestras sobre citricultura do Rio Grande do Sul, 2008, Alpestre. **Anais...** Alpestre: EMATER-RS, p. 60-66, 2008.

OLIVEIRA, M. M. M.; BRUGNERA, D. F.; CARDOSO, M. G.; GUIMARÃES, L. G. L.; PICCOLI, R. H. Rendimento, composição química e atividade antilisterial de óleos essenciais de espécies de *Cymbopogon*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 1, p. 8-16, 2011.

PASSOS, O. S.; BASTOS, D. C.; SOUZA, J. da S.; RAMOS, Y. C. Potencialidade do Submédio São Francisco para citricultura. In: SEMINÁRIO POTENCIAL E DESAFIOS DA FRUTICULTURA NO VALE, 2010, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/859899/1/Debora.pdf>. Acesso em set. 2016.

RAYBAUDI-MASSILIA, R. M.; MOSQUEDA-MELGAR, J.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTIN-BELLOSO, O. Control of pathogenic and spoilage microorganisms in fresh-cut fruits and fruit juices by traditional and alternative natural antimicrobials. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 8, n. 3, p. 157-180, 2009.

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br

SANTURIO, J. M.; SANTURIO, D. F.; POZZATTI, P.; MORAES, C.; FRANCHIN, P. R.; ALVES, S. H. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de orégano, tomilho e canela frente a sorovares de *Salmonella enterica* de origem avícola. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 803-808, 2007.

SILVA-SANTOS, A.; ANTUNES, A. M. S.; BIZZO, H. R.; D'AVILA, L. A. A participação da indústria óleo-citrícola na balança comercial brasileira. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 4, p. 8-13, 2006.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognósia: da Planta ao Medicamento**, 6. ed. Porto Alegre. Editora da UFRGS, Florianópolis da UFSC, 2007. 1104 p.

SINGH B.; SAHU, P. M.; SINGH, S. Antimicrobial activity of pyrrolizidine alkaloids from *Heliotropium subulatum*. **Fitoterapia**, v. 73, n. 2, p. 153-155, 2002.

SIQUI, A. C.; SAMPAIO, A. L. F.; SOUSA, M. C.; HENRIQUES, M. G. M. O; RAMOS, M. F. S. Óleos essenciais – potencial antiinflamatório. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v. 16, p. 38-43, 2000.

SISKOS, E. P.; MAZOMENOS, B. E.; KONSTANTOPOULOU, M. A. Isolation and identification of insecticidal components from *Citrus aurantium* fruit peel extract. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 14, p. 5577-5581, 2008.

TAO, N. G.; LIU, Y. J.; TANG, Y. F.; ZHANG, J. H.; ZHANG, M. L.; ZENG, H. Y. Essential oil composition and antimicrobial activity of *Citrus reticulata*. **Chemistry of Natural Compounds**, v. 45, n. 3, p. 437-438, 2009.

THEIS, N.; LERDAU, M. The evolution of function in plant secondary metabolites. **International Journal of Plant Science**, v. 164, n. 3, p. 93-102, 2003.

VILAS BOAS, E. V. B.; LIMA, L. C. O.; BRESSAN, M. C.; BARCELOS, M. F. P.; PEREIRA, R. G. F. A. **Manejo de resíduos da agroindústria**. Lavras: UFLA/FAEPE, p. 81-95, 2001.

YABIKU, H. Y.; LARA, W. H. Técnicas cromatográficas para diferenciação de óleos essenciais cítricos de limão siciliano e tahiti. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 46, p. 45-51, 1986.