

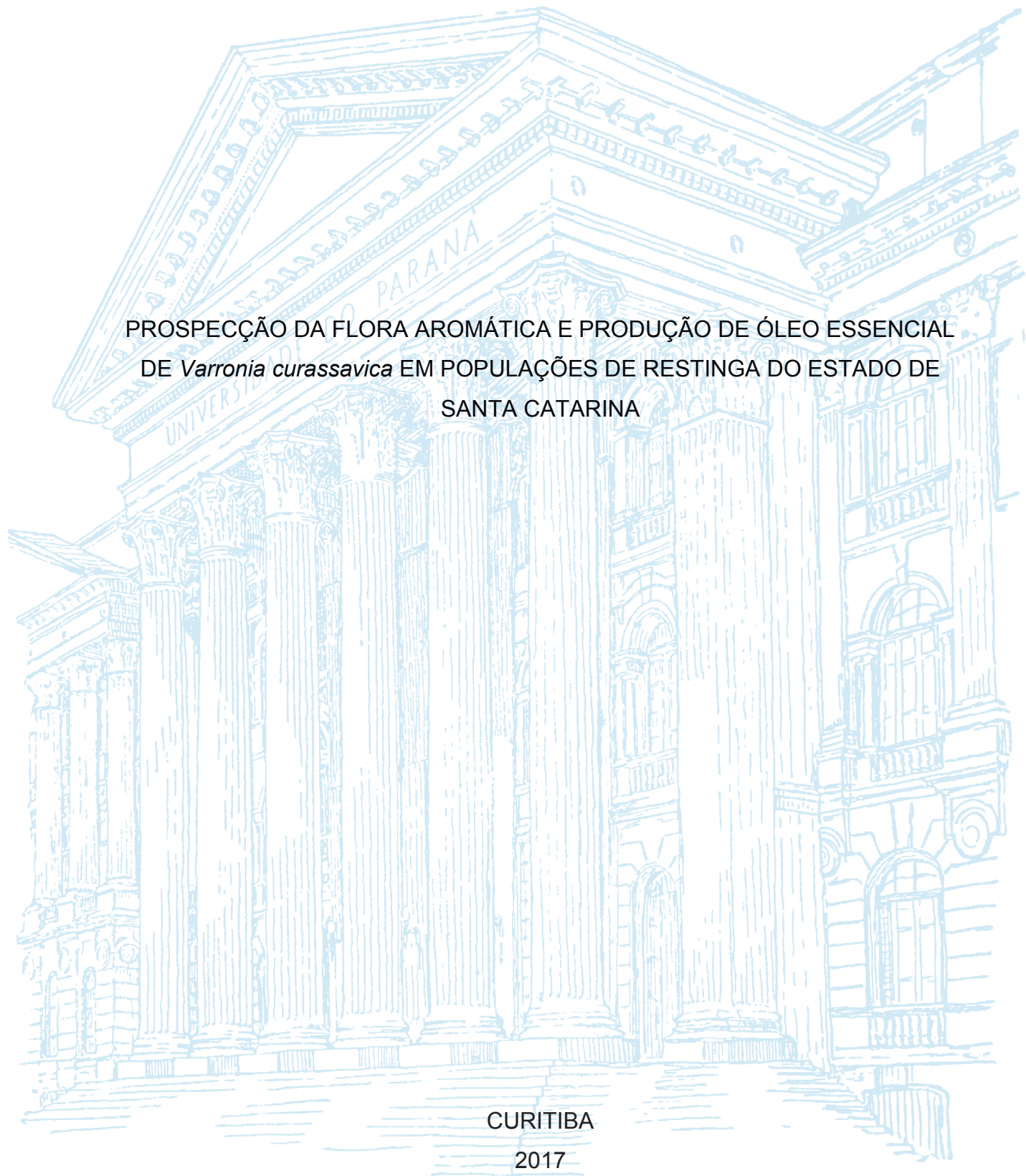
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

TEOMAR DUARTE DA SILVA

PROSPECÇÃO DA FLORA AROMÁTICA E PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL
DE *Varronia curassavica* EM POPULAÇÕES DE RESTINGA DO ESTADO DE
SANTA CATARINA

CURITIBA

2017



TEOMAR DUARTE DA SILVA

PROSPECÇÃO DA FLORA AROMÁTICA E PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL
DE *Varronia curassavica* EM POPULAÇÕES DE RESTINGA DO ESTADO DE
SANTA CATARINA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Cícero Deschamps

CURITIBA

2017

Silva, Teomar Duarte da

Prospecção da flora aromática e produção de óleo essencial de populações de *Varronia curassavica Jacq.* em restingas no estado de Santa Catarina. - Curitiba, 2017.

90f. : il.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

Orientação: Cícero Deschamps

1. Fitoquímica. 2. α -humuleno. 3. Cultivo – óleos essenciais. I. Deschamps, Cícero. II. Título III. Universidade Federal do Paraná.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Setor de Estudos Acadêmicos
Programa de Pós-Graduação AGRONOMIA (PRODUÇÃO Vegetal)

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros do Banca Examinadora designada pelo Livro de Registro do Programa de Pós-Graduação em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a avaliação da tese de Doutorado de **TEOMAR DUARTE DA SILVA** (inscrição: **PROSPEÇÃO DA FLORA AROMÁTICA E PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE NAVEVA CAVASSO EM POPULAÇÕES DE RESTINGA DO ESTADO DE SANTA CATARINA**), após terem lido o referido trabalho e realizado a avaliação do mesmo, onde se refere pelo seu APROVAÇÃO no ato da defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo Colegiado, no atendimento de todas as inscrições e correções solicitadas pelo banca e ao pleno atendimento das demais exigências do Programa de Pós-Graduação.

Durvil, 02 de Junho de 2017.

Presidente do Banca Examinadora (JF-M)

MARIA PEREIRA MACHADO

Avaliadora Externa (UFPR)

FERNANDO PRATES RIZZO

Avaliador Externo (FC)

RICARDO AUGUSTO DE OLIVEIRA

Avaliador Externo (UFPR)

ERIC MARCOS DEL QUICE

Avaliador Externo (UFPR)

Dedico aos professores.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná (UFPR) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal (PGAPV), pelo aprendizado adquirido e por todas as oportunidades de aprimoramento de conhecimentos que me foram concedidos.

Ao Prof. Dr. Cícero Deschamps, pela sua orientação e amizade.

À Michele Trombin de Souza e à Mirele Trombin de Souza, pelo convívio, a grande amizade e a incansável cooperação em todas as fases da pesquisa.

Ao Roger Raupp Cipriano do Laboratório de Ecofisiologia da UFPR, pela convivência e auxílio nas análises químicas e procedimentos laboratoriais.

Aos colegas do DINTER, Amanda Moser Coelho da Fonseca Faro, Gilmar Paulinho Triches, Ivete Maria Grisa, Lauri João Marconatto, Liliane Martins, Luciano Alves, Marcos Augusto Paladini dos Santos, Rodrigo Martins Monzani e Rômulo João Debarba, pela caminhada percorrida durante esses.

Ao Fernando Prates Bisso, pelo incentivo e a cooperação desde o processo de seleção ao doutorado.

À Karine Arend, pela colaboração.

Ao Wanderlei do Amaral, pela orientação na prospecção de plantas aromáticas.

Ao Erik Nunes Gomes, pela propagação e condução das mudas.

Ao Leandro Marcolino Vieira e Patrick Barros de Andrade, pela ajuda no preparo das estacas.

À Bruna Ariane da Silva e ao Leonardo Gonçalves, pelo auxílio na condução do experimento no campo.

À Elisate das Graças Silva e ao Bruno Duarte Silva pelas agradáveis acolhidas em Curitiba.

Aos amigos dos Laboratórios de Ecofisiologia Vegetal e de Micropropagação de Plantas da UFPR, pelo companheirismo e disposição em ajudar.

Aos servidores da UFPR, Carlos Eduardo Piemontez Maduro, Lucimara Antunes e Maria Emília Kudla, pelo auxílio durante o período de estudos.

Aos botânicos do Departamento de Botânica do Museu Botânico Municipal – Curitiba – Paraná, José Tadeu Weidlich Motta e Felipe Marinero, pela identificação das espécies estudadas.

À Embrapa Agroindústria de Alimentos e ao pesquisador Humberto R. Bizzo, pelas análises químicas.

Ao Instituto Federal Catarinense - IFC, através da Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação – PROPI, ao PPG em Agronomia – Produção Vegetal da UFPR e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, por viabilizar este DINTER (Doutorado Interinstitucional).

A todos aqueles que sempre me ajudaram e torceram por mim.

À Menina, à Lica, ao Urso e ao Tico (em lembrança), pelas latidas, companhia no sítio e a guarda do patrimônio nos muitos períodos em que não estive em casa.

Muito obrigado!

RESUMO

As restingas brasileiras possuem uma cobertura florística heterogênea e diversificada. Essa biodiversidade indica um amplo espaço de pesquisa na área de produtos naturais, sendo um rico potencial para compostos biologicamente ativos que possam ser utilizados na indústria. Muitas plantas são utilizadas pelas comunidades litorâneas como medicamento, entre elas a *Varronia curassavica* Jacq, comumente conhecida como erva-baleeira. As atividades terapêuticas das pomadas com óleo essencial de *V. curassavica* são atribuídas ao princípio ativo α -humuleno. Esse trabalho teve como objetivos: estudar a flora aromática da restinga; e aprofundar conhecimentos sobre o agrupamento químico entre populações de *V. curassavica*; e avaliar o teor e a composição química do óleo essencial da espécie em ambiente natural e em condição de cultivo. Foram determinados os teores e os constituintes químicos de óleos essenciais extraídos de folhas de 14 espécies vegetais da restinga da Praia Vermelha, Penha (SC). Após, 16 populações de *V. curassavica* situadas ao longo de 70 km do litoral de Santa Catarina foram analisadas. Durante dois anos, avaliou-se a influência da sazonalidade no teor do óleo essencial de folhas frescas e secas. Ao término do primeiro ano, foi estudada a composição química do óleo essencial das folhas frescas de *V. curassavica* das 16 populações, realizado o agrupamento químico das populações e a análise de componentes principais (ACP) para identificar as correlações lineares existentes entre os compostos analisados com as condições edafoclimáticas. Foi feita a propagação vegetativa e testado no campo dois genótipos mais produtivos em termos de teor de óleo essencial e dois genótipos que mais produziram o princípio ativo α -humuleno. Os resultados indicaram que as espécies apresentam variabilidade química quanto à biossíntese de óleos essenciais e, entre elas, destaca-se a *V. curassavica* com teor de óleo essencial de folhas frescas de 1,58%. Esse teor depende das condições climáticas, pois foi observado que no verão, o teor variou de 0,37 a 0,98% nas folhas frescas e de 0,61 a 2,23% nas folhas secas, enquanto no inverno, a variação foi de 0,28 a 1,00% para folhas frescas e de 0,34 a 1,33% nas secas. A secagem das amostras promoveu um aumento no teor de óleo essencial em 81,25% das populações no verão e 31,25% das populações no inverno. Foram identificados 41 compostos químicos no verão e 40 no inverno, sendo os mais comuns, encontrados em todas as populações e em ambas as estações pesquisadas, α -tujeno, α -pineno, sabineno, α -humuleno, (*E*)-cariofileno, espatulenol, mirceno, *allo*-aromadendreno, β -sesquifelandreno e α -zingibereno. O teor de α -humuleno variou entre 0,34 a 3,16% no verão e de 0,67 a 6,82% no inverno. A ACP agrupou as 16 populações em três grupos no verão e oito grupos no inverno. Em relação ao cultivo, as folhas do acesso PI2 quando secas apresentam o maior teor de óleo essencial dentre as amostras avaliadas, o mesmo possui o maior teor do princípio ativo α -humuleno, tanto nas amostras de folhas frescas quanto nas secas, atingindo o padrão de qualidade ideal para a indústria farmacêutica.

Palavra-chave: Fitoquímica. α -humuleno. Cultivo – óleos essenciais. Planta aromática. Composição química.

ABSTRACT

The Brazilian sandbanks have a heterogeneous and diversified floristic cover. This biodiversity indicates a large area of research on the natural products market, and it is also a high potential for biologically active compounds that can be used in the industry. Many plants are used by the coastal communities as medicine, mainly the *Varronia curassavica* Jacq., ordinary known as erva-baleeira. The therapeutic activities of the balm made with *V. curassavica* essential oil are attributed to the active ingredient α -humulene. This work had as objectives: study the sandbank aromatic flora; deepen the knowledge about the chemical grouping between *V. curassavica* populations; evaluate the yield and the chemical composition of the species essential oil on the environment and when cultivated. It was evaluated the yield and the chemical constituents of essential oils extracted from leaves, of 14 sandbank plant species of the Praia Vermelha, Penha (SC). Afterwards, another 16 populations of *V. curassavica* located along 70 km of the coast of Santa Catarina were analyzed. During two years, was evaluated also the influence of seasonality on the essential oil yield of fresh and dry leaves. At the end of the first year, the chemical composition of the essential oil of the fresh leaves of *V. curassavica* from the 16 populations was studied and the chemical grouping of the populations and the principal component analysis (PCA) were carried out to identify the linear correlations between the compounds analyzed with edaphoclimatic conditions. The vegetative propagation was made and tested in the field with two more productive genotypes in terms of essential oil yield and other two genotypes that produced the active ingredient α -humulene. The results indicated that the species presented chemical variability in the biosynthesis of essential oils, among which is *V. curassavica*, with an essential oil yield of 1.58% in fresh leaves. This yield depends on the climatic conditions, since it was observed that in summer, the yield ranged from 0.37 to 0.98% in fresh leaves and from 0.61 to 2.23% in dry leaves, while in winter, the variation was from 0.28 to 1.00% for fresh leaves and from 0.34 to 1.33% in the dry season. The drying of the samples promoted an increase in the essential oil yield in 81.25% of the populations in the summer and 31.25% of the populations in winter. It was identified 41 chemical compounds in the summer and 40 in winter. Common chemical components found in all populations in both stations were α -thujene, sabinene, α -humulene, (E)-cariophyllene, spathulenol, myrcene, *allo*-aromadendrene, β -sesquifelandene and α -zingiberene. The α -humulene yield ranged from 0.34 to 3.16% in summer and from 0.67 to 6.82% in winter. The ACP grouped the 16 populations into 3 groups in the summer and 8 groups in the winter. Regarding the cultivation, the leaves of the PI2 access when dried have the highest yield of essential oil among the samples evaluated; it has the highest yield of the active ingredient α -humulene, both in fresh leaf samples and in the dry ones, reaching the standard Ideal for the pharmaceutical industry.

Keyword: Phytochemical. α -humulene. Cultivation – essential oils. Aromatic plant. Chemical composition.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1 – ANÁLISE HIERARQUICA DE CLUSTER (AHC) DOS COMPOSTOS QUÍMICOS COMUNS IDENTIFICADOS NOS ÓLEOS ESSENCIAIS OBTIDOS DE 16 POPULAÇÕES NATIVAS DE <i>Varronia curassavica</i> COLETADAS NAS RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL, DURANTE O VERÃO, MOSTRANDO A DIVISÃO EM TRÊS GRUPOS QUÍMICOS (GQ I, II e III).....	57
FIGURA 3.2 – ANÁLISE HIERARQUICA DE CLUSTER (AHC) DOS COMPOSTOS QUÍMICOS COMUNS IDENTIFICADOS NOS ÓLEOS ESSENCIAIS OBTIDOS DE 16 POPULAÇÕES NATIVAS DE <i>Varronia curassavica</i> COLETADAS NAS RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL, DURANTE O INVERNO, MOSTRANDO A DIVISÃO EM TRÊS GRUPOS QUÍMICOS (GQ I, II e III).....	59
FIGURA 3.3 – ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP) DOS COMPOSTOS QUÍMICOS COMUNS IDENTIFICADOS NOS ÓLEOS ESSENCIAIS OBTIDOS DE 16 POPULAÇÕES NATIVAS DE <i>Varronia curassavica</i> COLETADAS NAS RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL, DURANTE O VERÃO.....	60
FIGURA 3.4 – ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP) DOS COMPOSTOS QUÍMICOS COMUNS IDENTIFICADOS NOS ÓLEOS ESSENCIAIS OBTIDOS DE 16 POPULAÇÕES NATIVAS DE <i>Varronia curassavica</i> COLETADAS NAS RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL, DURANTE O INVERNO.....	61

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 – DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES COLETADAS E TEOR DE ÓLEO DE ESPÉCIES HERBÁCEAS, ARBUSTIVAS E ARBÓREAS DA RESTINGA DA PRAIA VERMELHA, PENHA (SC), BRASIL.....	29
TABELA 2.2 – CONSTITUINTES QUÍMICOS DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE FOLHAS FRESCAS DE ESPÉCIES HERBÁCEAS, ARBUSTIVAS E ÁRBÓRES DA RESTINGA DA PRAIA VERMELHA, PENHA (SC), BRASIL.....	30
TABELA 3.1 – INFORMAÇÕES SOBRE LOCALIDADES, CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS E TAMANHO DA AMOSTRA DAS POPULAÇÕES ESTUDADAS DE <i>Cordia curassavica</i> DE RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL.	45
TABELA 3.2 – TEOR DE ÓLEO ESSENCIAL (%) DE AMOSTRAS DE FOLHAS FRESCAS E SECAS DAS POPULAÇÕES DE <i>Varronia curassavica</i> DE RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL, COLETADAS NOS INVERNOS DE 2013 E 2014 E NOS VERÕES DE 2014 E 2015.....	49
TABELA 3.3 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE AMOSTRAS DE FOLHAS FRESCAS DE POPULAÇÕES NATIVAS DE <i>Varronia curassavica</i> COLETADAS NAS RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL, NO INVERNO DE 2013 E VERÃO DE 2014.....	51
TABELA 3.4 – TEOR DE α -HUMULENO (%) DE AMOSTRAS DE FOLHAS FRESCAS DAS POPULAÇÕES NATIVAS DE <i>Varronia curassavica</i> COLETADAS NAS RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL.....	56
TABELA 4.1 – DADOS CLIMATOLÓGICOS DAS ESTAÇÕES DO ANO PARA ARAQUARI, SANTA CATARINA, BRASIL, 2015-2017.....	70
TABELA 4.2 – TEOR DE ÓLEO ESSENCIAL (%) DE AMOSTRAS DE FOLHAS FRESCAS E SECAS DOS ACESSOS DE <i>Varronia curassavica</i> DE RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL..	73

TABELA 4.3 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE AMOSTRAS DE FOLHAS FRESCAS E SECAS DOS ACESSOS DE <i>Varronia curassavica</i> DE RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL.....	74
TABELA 4.4 – TEOR DE α -HUMULENO (%) DE AMOSTRAS DE FOLHAS FRESCAS E SECAS DOS ACESSOS DE <i>Varronia curassavica</i> DE RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL..	76

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ACP	- Análise dos componentes principais
Al	- Alumínio
CG	- Cromatografia em fase gasosa
CG-EM	- Cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrometria de massa
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
DIC	- Detector de ionização por chama
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
eV	- Elétron-volt
IFC	- Instituto Federal Catarinense
KIs	- Índice de Kovats
MO	- Matéria orgânica
P	- Fósforo
PGAPV	- Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal
pH	- Potencial hidrogeniônico
Pp	- Precipitação média
S	- Soma de bases
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
V	- Percentagem de saturação por bases
W/m ²	- Watt por metro quadrado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
	REFERÊNCIAS.....	20
2	TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE ESPÉCIES HERBÁCEAS, ARBUSTIVAS E ARBÓREAS DA RESTINGA DA PRAIA VERMELHA, PENHA (SC), BRASIL.....	23
	RESUMO.....	23
	ABSTRACT.....	24
2.1	INTRODUÇÃO.....	25
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
2.2.1	Material vegetal.....	26
2.2.2	Extração e análise química do óleo essencial.....	27
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
2.4	CONCLUSÕES.....	35
	REFERÊNCIAS.....	36
3	TEOR, COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS E AGRUPAMENTO QUÍMICO DE POPULAÇÕES DE <i>Varronia</i> <i>curassavica</i> Jacq. DE RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL.....	41
	RESUMO.....	41
	ABSTRACT.....	42
3.1	INTRODUÇÃO.....	43
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	44
3.2.1	Material vegetal.....	44
3.2.2	Extração do óleo essencial.....	46
3.2.3	Análise química.....	46
3.2.4	Análise estatística.....	47
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
3.4	CONCLUSÕES.....	62
	REFERÊNCIAS.....	63
4	PRODUÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS DE ACESSOS DE <i>Varronia curassavica</i> Jacq. EM CONDIÇÕES DE CULTIVO.....	66
	RESUMO.....	66

	ABSTRACT.....	67
4.1	INTRODUÇÃO.....	68
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	70
4.2.1	Material vegetal.....	70
4.2.2	Extração do óleo essencial.....	71
4.2.3	Análise química.....	71
4.2.4	Análise estatística.....	72
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	72
4.4	CONCLUSÃO.....	77
	REFERÊNCIAS.....	78
5	CONCLUSÕES FINAIS.....	80
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
	REFERÊNCIAS GERAIS.....	82

1 INTRODUÇÃO

Os biomas brasileiros, pela sua biodiversidade de plantas e ambientes, oferecem um potencial particularmente rico para compostos biologicamente ativos (BOLZANI et al., 2012). Entre eles destaca-se a Floresta Atlântica, pois apresenta cerca de 19.000 espécies, das quais 7.600 são endêmicas (FORZZA, 2012). Essa biodiversidade tem sido explorada através de processos sustentáveis, incentivados pelas políticas de preservação ambiental, favorecem com que se utilize fontes renováveis para a produção de óleo essencial. O país tem alto potencial aumentar a produção de óleos essenciais, mas que carece de pesquisas para oferecer produtos com qualidade para disputar o mercado internacional (BIZZO et al., 2009).

A costa do Brasil é formada por planícies de sedimentos terciários e quaternários, depositados predominantemente em ambiente marinho, continental ou transicional (VILLWOCK, 1994) que são comumente denominadas como planícies costeiras ou planícies litorâneas. As de origem quaternária, devido ao avanço e recuo das águas do mar, assumiram a forma de cordões litorâneos arenosos (ARAUJO; LACERDA, 1987) cobertos por vegetações típicas e diversas, incluindo matas fechadas com indivíduos que atingem até 20 m de altura denominadas de “restinga” (SUGUIO; TESSLER, 1984; SUGUIO; MARTIN, 1990).

As restingas brasileiras possuem diversas formações vegetais: formações herbáceas, arbustivas abertas ou fechadas, até florestas, consideradas de baixa riqueza, e assim, pouco explorada. Muitas plantas encontradas em restingas já são tradicionalmente utilizadas pelas comunidades, entre elas a *Varronia curassavica* Jacq, tradicionalmente usada para tratamento de contusões e dores musculares (MAGALHÃES, 2010).

A flora das restingas é em geral caracterizada como um conjunto de baixa riqueza, principalmente quando comparada com outros tipos de vegetação do Brasil. Para muitos autores, esse fato está relacionado com as condições adversas encontradas nesses ambientes, tais como, fatores edáficos e climáticos. A baixa incidência de endemismo nas restingas é também justificada, por alguns autores, pelo fato de que no Brasil as formações das planícies costeiras são relativamente recentes do ponto de vista geológico, com pouco tempo para ocorrência de segregação de novas espécies, além da grande influência das formações vizinhas

com as quais mantinham conectividade no passado (RIZZINI, 1997; ARAÚJO; HENRIQUES, 1984).

As plantas da restinga por estarem sujeitas ao efeito nocivo do vento, da salinidade, da insolação, da amplitude térmica e da perda de água (ARAÚJO, LACERDA, 1987), apresentam adaptações, tais como tamanho reduzido das folhas, pelos principalmente na face dorsal e a presença de uma espessa cutícula na face ventral.

A restinga apresenta uma cobertura florística heterogênea e diversificada, onde de acordo com a literatura, ocorrem predominantemente espécies das famílias Myrtaceae, Annonaceae, Burseraceae e Lauraceae (SIQUEIRA, 1994; OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000). Também é comum a presença de espécies de Anacardiaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Rubiaceae e outras famílias produtoras de óleos essenciais.

Na composição dos óleos essenciais, os terpenos e os fenilpropanóides são os componentes químicos mais comumente encontrados. Além desses compostos, outros componentes de ocorrência comum nos óleos essenciais são alcoóis, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, éteres, óxidos, peróxidos, furanos, ácidos orgânicos, lactonas e cumarinas, além de compostos sulfurados. Esses constituintes estão presentes em diferentes concentrações, alguns como componente majoritário, outros ocorrem em teores menores e também há os que ocorrem em baixíssimas quantidades (SIMÕES; SPITZER, 2003). A volatilidade de alguns terpenos faz com que os mesmos sejam facilmente perceptíveis no odor que emana das plantas. Em geral, os sesquiterpenos são menos voláteis que os monoterpenos, mas podem influenciar sensivelmente o odor dos óleos em que ocorrem (LOAYSA et al., 1995).

Na indústria, os óleos essenciais são utilizados principalmente para conferir aroma a produtos alimentícios e de perfumaria, em produtos domissanitários e na conservação de produtos alimentícios (SILVA-SANTOS et al., 2002). As perspectivas comerciais de utilização desses óleos são excelentes diante das restrições ao uso de aromatizantes artificiais (SILVA et al., 2003). Além disso, os óleos essenciais podem ter um papel ecológico, especialmente como inibidores da germinação, na proteção contra perda de água e aumento da temperatura, na atração de polinizadores, na defesa contra herbívoros e como reguladores de decomposição da matéria orgânica no solo (DEANS; WATERMAN, 1993).

Considerando a riqueza química das florestas brasileiras e a demanda crescente de produtos fitoterápicos e aromáticos, estudos na área são fundamentais, mesmo para espécies já estudadas. Donato e Morretes (2007), comparando amostras de *Eugenia brasiliensis* Lam. (Myrtaceae) proveniente de áreas de restinga e de floresta, observaram maior produção de óleos essenciais nas amostras de restingas e demais substâncias associadas aos seus efeitos terapêuticos.

As restingas catarinenses têm sido estudadas há várias décadas e, gerado bastante informação a respeito da florística e da fitosociologia (REITZ, 1961; DANILEVICZ et al., 1990; SOUZA et al., 2008; FALKENBERG, 1999), porém há pouco conhecimento sobre os aspectos de riqueza e diversidade da flora aromática e a composição dos óleos essenciais. Considerando que ao longo dos 460 km do litoral de Santa Catarina, a restinga pode ocorrer numa faixa que varia de poucos metros até 7 km para o interior do continente (REITZ, 1961), a biodiversidade encontrada pode indicar um amplo espaço de pesquisa na área de produtos naturais.

Dentre as plantas presentes nas restingas catarinenses, destaca-se espécie aromática *Varronia curassavica*, pois foi dessa planta que se obteve o primeiro fitoterápico brasileiro (CALIXTO, 2005). Essa espécie faz parte do gênero *Varronia* que pertence à família Boraginaceae, o qual consiste de 250 espécies, distribuídas ao longo das regiões tropicais e subtropicais do mundo. No Brasil, um total de 52 espécies foram catalogadas e a maior parte delas com ocorrência nos domínios fitogeográficos das regiões da Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (DE MELO; DE STAPF, 2014).

V. curassavica é um arbusto perene, que atinge 2,0 m de altura, geralmente encontrado em áreas de restingas de quase todo litoral brasileiro, porém é mais frequente nos segmentos litorâneos dos estados de Santa Catarina e São Paulo. Comumente conhecida como erva-baleeira, baleeira, camarinha e maria-milagrosa, é coletada de populações nativas ou cultivadas, para o uso na medicina tradicional, como pomadas cicatrizantes e antiinflamatórios. Estudos indicam que o óleo essencial obtido das folhas de *V. curassavica* possui atividade antimicrobiana (HERNÁNDEZ et al., 2003); antibacteriana (MECCIA et al., 2009), antifúngica (RODRIGUES et al., 2012), antialérgica (PASSOS et al., 2007) e antiedematogênica (BAYEUX et al., 2002).

As atividades terapêuticas das pomadas com óleo essencial de *V. curassavica* são atribuídas aos princípios ativos α -humuleno e (-)-trans-cariofileno (FERNANDES et al., 2007). No entanto, o teor e a composição química dos óleos essenciais sofrem a influência de fatores genéticos, fisiológicos, edafoclimáticos e de manejo (FIGUEIREDO et al., 2008; GONG et al., 2014).

O presente trabalho teve como objetivo estudar a flora aromática da restinga e aprofundar conhecimentos sobre a similaridade química entre populações de *Varronia curassavica* Jacq, bem como, avaliar o teor e a composição química do óleo essencial da espécie quando cultivada. Esse trabalho está dividido em quatro capítulos.

O capítulo I trata sobre uma introdução geral acerca de óleos essenciais da flora aromática de restingas.

O capítulo II mostra apresenta a bioprospecção da flora aromática da restinga da praia Vermelha, Penha (SC). O trabalho descreve os teores dos óleos essenciais e os constituintes químicos de óleos essenciais extraídos de folhas de 14 espécies vegetais.

Entre as espécies prospectadas, houve interesse no aprofundamento dos estudos com a *Varronia curassavica*, devido a sua importância econômica e social; bem como, pelo elevado teor de óleo essencial encontrado e também, pelo fato de que dessa espécie que se obteve o primeiro fitoterápico brasileiro. O óleo essencial extraído das suas folhas possui atividade antimicrobiana, antibacteriana, antifúngica, antialérgica e antiedematogênica. Entre os compostos químicos presentes, destaca-se o princípio ativo α -humuleno. Consequentemente, o recorte da pesquisa foi ampliado. Passou-se a estudar 16 populações de *V. curassavica* em restingas situadas ao longo de aproximadamente 70 km do litoral de Santa Catarina. Durante dois anos avaliou-se a influência da sazonalidade no teor do óleo essencial de folhas frescas e secas de *V. curassavica* dessas populações, conforme descrição no capítulo III. Esse capítulo aborda ainda, a análise da composição química do óleo essencial das folhas frescas de *V. curassavica* das 16 populações coletadas no verão e análise de componentes principais (ACP) para identificar as correlações lineares existentes entre os compostos analisados com as condições edafoclimáticas.

Finalizando, com os resultados de teor óleo e de composição química de folhas frescas das populações estudadas, selecionou-se quatro genótipos que foram

propagados para cultivo e avaliação do potencial produtivo de óleo essencial, conforme consta no capítulo IV. Dessa seleção, dois genótipos eram mais produtivos em termos de teor de óleo essencial e dois genótipos foram os que mais produziram o princípio ativo α -humuleno.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, D. S. D.; HENRIQUES, R. P. B. Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. In: LACERDA, L. D.; ARAUJO, R.; CERQUEIRA, B. Turcq (Orgs.). **Restingas: origem, estrutura e processos**. Niterói: CEUFF, 1984. p. 159-194.
- ARAUJO, D. S. D.; LACERDA, L. D. A natureza das restingas. **Ciência Hoje**, v. 6, n. 33, p. 42-48, 1987.
- BAYEUX, M. C.; FERNANDES, A. T.; FOGLIO, M. A.; CARVALHO, J. E. Evaluation of the antiedematogenic activity of artemetin isolated from *Cordia curassavica* DC. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 35, n. 10, p. 1229-1232, 2002.
- BIZZO H. R, HOVELL AMC, REZENDE CM, Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**. v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.
- BOLZANI, V. da S.; VALLI, M.; PIVATTO, M.; VIEGAS JÚNIOR, C. Natural products from Brazilian biodiversity as a source of new models for medicinal chemistry. **Pure and Applied Chemistry**, v. 84, n. 9, p.1837-1937, 2012.
- CALIXTO, J. B. Twenty-five years of research on medicinal plants in Latin America: a personal view. **Journal of ethnopharmacology**, v. 100, n. 1, p. 131-134, 2005.
- DANILEVICZ, E.; JANKE, H.; PANKOWSKI, L. H. S. Florística e estrutura da comunidade herbácea e arbustiva da Praia do Ferrugem, Garopaba-SC. **Acta Botanica Brasilica**, v. 4, n. 2, p. 21-34, 1990.
- DEANS, S. G.; WATERMAN, P. G. Biological activity of volatile oils. In: HAY, R. K. M.; WATERMAN, P. G. (eds.). **Volatile oils crops: their biology, biochemistry and production**. Essex: Longman Group, p. 97-109, 1993.
- DE MELO, J. I. M.; DE STAPF, M. N. S. Clave para los géneros de Boraginaceae sensu lato nativos del Brasil. **Biotemas**, v. 27, n. 4, p. 43-50, 2014.
- DONATO, A. M.; MORRETES, B. L. de. Anatomia foliar de *Eugenia brasiliensis* Lam. (Myrtaceae) proveniente de áreas de restinga e de floresta. **Rev. bras. farmacogn.**, v. 17, n. 3, p. 426-443, 2007.

FALKENBERG, D. B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. *Insula* 28, Florianópolis. **Ferraz, JSF**, p. 125-134, 1999.

FERNANDES, E. S.; PASSOS, G. F.; MEDEIROS, R., DA CUNHA, F. M., FERREIRA, J., CAMPOS, M. M., PIANOWSKI, L.F., CALIXTO, J.B. Anti-inflammatory effects of compounds alpha-humulene and (-)-trans-caryophyllene isolated from the essential oil of *Cordia verbenacea*. **European journal of pharmacology**, v. 569, n. 3, p. 228-236, 2007.

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

FORZZA, R. C; BAUMGRATZ, J. F. A; BICUDO, C. E. M.; CANHOS, D. A. L.; JUNIOR CARVALHO, A. A.; COELHO, M. A. N. *et al.* **New Brazilian Floristic List Highlights Conservation Challenges. BioScience**. v. 62, n. 1, p. 39-45, 2012.

GONG, H. Y., LIU, W. H., LV, G. Y., ZHOU, X. Analysis of essential oils of *Origanum vulgare* from six production areas of China and Pakistan. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 1, p. 25-32, 2014.

HERNÁNDEZ, T.; CANALES, M.; AVILA, J. G.; DURAN, A.; CABALLERO, J.; DE VIVAR, A. R.; LIRA, R. Ethnobotany and antibacterial activity of some plants used in traditional medicine of Zapotitlan de las Salinas, Puebla. **Journal of ethnopharmacology**, v. 88, n. 2-3, p. 181-188, 2003.

LOAYZA, I.; ABUJDER, D.; ARANDA, R.; JAKUPOVIC, J.; COLLIN, G.; DESLAURIERS, H.; JEAN, F. I. Essential oils of *Baccharis salicifolia*, *B. latilifolia* and *B. dracunculifolia*. **Phytochemistry**, v. 38, p. 381-389, 1995.

MAGALHÃES, P. M. de. Estratégias para o mercado de plantas medicinais e aromáticas no Brasil: o exemplo da erva-baleeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.31, n.255, p.94-100, 2010.

MECCIA, G., ROJAS, L. B., VELASCO, J., Díaz, T., USUBILLAGA, A., ARZOLA, J. C., RAMOS, S. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Cordia verbenacea* from the Venezuelan Andes. **Natural product communications**, v. 4, n. 8, p. 1119-1122, 2009.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forest in southeastern of Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, v. 32, n. 4, p. 793-810, 2000.

PASSOS, G. F.; FERNANDES, E. S.; DA CUNHA, F. M.; FERREIRA, J.; PIANOWSKI, L. F.; CAMPOS, M. M.; CALIXTO, J. B. Anti-inflammatory and anti-allergic properties of the essential oil and active compounds from *Cordia verbenacea*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 110, n. 2, p. 323-333, 2007.
REITZ R. A vegetação da zona marítima de Santa Catarina. **Sellowia** 13: 17-115, 1961.

RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. 2 ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1997.

RODRIGUES, F. F., OLIVEIRA, L. G., RODRIGUES, F. F., SARAIVA, M. E., ALMEIDA, S. C., CABRAL, M. E., COSTA, J. G. M. Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of essential oil from *Cordia verbenacea* DC leaves. **Pharmacognosy research**, v. 4, n. 3, p. 161-165, 2012.

SILVA, J.; ABEBE, W.; SOUSA, S. M.; DUARTE, V. G.; MACHADO, M. I. L.; MATOS, F. J. A. Analgesic and anti-inflammatory effects of essential oils of *Eucalyptus*. **Journal of ethnopharmacology**, v. 89, n. 2, p. 277-283, 2003.

SILVA-SANTOS, A. D.; ANTUNES, A. M. S.; BIZZO, H. R.; D'AVILA, L. A. **Análise técnica, econômica e de tendências da indústria brasileira de óleos essenciais**. Rio de Janeiro: Papel Virtual, 2002. 200 p.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos essenciais. In: SIMÕES, C. M. O. *et al.* (orgs.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**, 5. Ed.. rev. ampl., Florianópolis: Ed. UFSC. p. 467-495, 2003.

SIQUEIRA, J. C. Fitogeografia das Amaranthaceae brasileiras. **Pesquisas, Botânica**, v. 45, p. 5-21, 1994.

SOUZA, C. R. de G.; HIRUMA, S. T.; SALLUN, A. E. M.; RIBEIRO, R. R.; AZEVEDO SOBRINHO, J. M. **Restinga**: conceitos e empregos do termo no Brasil e implicações na legislação ambiental. Instituto Geológico / Secretaria do Meio Ambiente, 1 ed., 104 p., 2008.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. Geomorfologia das restingas. In: **II Simpósio de ecossistema da costa Sul e Sudeste brasileira**: estrutura, função e manejo. 1990. p. 185-205.

SUGUIO, K.; TESSLER, M. G. Planícies de cordões litorâneos do Brasil: origem e nomenclatura. In: LACERDA, L. D. et al. **Restingas**: origem estruturas e processos. Niterói: CEUFF, 1984. p. 195-216.

VILLWOCK, J. A. **A Costa Brasileira: Geologia e Evolução. Notas Técnicas**. CECO/IG/UFRGS. Porto Alegre, RS. 7: 38-49, 1994.

2 TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE ESPÉCIES HERBÁCEAS, ARBUSTIVAS E ARBÓREAS DA RESTINGA DA PRAIA VERMELHA, PENHA (SC), BRASIL

RESUMO

O trabalho teve como objetivo realizar bioprospecção no ecossistema de restinga da Praia Vermelha, Penha (SC), Brasil, e relata o teor e a composição dos óleos essenciais de 14 espécies vegetais. Os óleos essenciais das folhas frescas foram obtidos por hidrodestilação e analisados por meio de CG-EM. O teor de óleo essencial varia de 0,01% (*Mikania involucrata*) a 1,56% (*Varronia curassavica*). *Campomanesia reitziana*, *Cortaderia selloana* e *Sophora tomentosa* não apresentaram óleo essencial. Os principais constituintes são ar-curcumeno (15,1%) e cis-crisantenol (14,2%) em *Ambrosia elatior*; benzoato de benzila (43,5%) e salicilato de benzila (23,7%) em *Aniba firmula*; óxido de cariofileno (35,7%) e espatulenol (10,6%) em *Austro eupatorium inulaefolium*; espatulenol (19,8%) e óxido de cariofileno (14,0%) em *Baccharis spicata*, óxido de cariofileno (16,3%) em *Eugenia astringens*; curzereno (30,0%), limoneno (13,0%) e germacrona (11,9%) em *Eugenia uniflora*; óxido de cariofileno (17,1%) e ledol (11,3%) em *Lantana camara*; óxido de cariofileno (27,7%) e limoneno (12,7%) em *Mikania involucrata*; 1,8-cineol (19,8%) em *Psidium cattleianum*; limoneno (10,2%) em *Sophora terebinthifolius* e alo-aromadendrene (15,2%) em *Varronia curassavica*.

Palavras-chave: Bioprospecção. Espécies nativas. Fitoquímicos. Plantas aromáticas. Restinga.

YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF ESSENTIAL OILS OF HERBACEOUS, ARBUSTIVE AND TREE SPECIES OF THE RED BEACH, PENHA (SC), BRAZIL

ABSTRACT

The objective of this study was to perform bioprospecting in the restinga ecosystem of Praia Vermelha, Penha (SC), Brazil and reports the yield and composition of the essential oils of 14 plant species. Essential oils from fresh leaves were obtained by hydrodistillation and analyzed by means of GC-MS. The essential oils content ranges from 0.01% (*Mikania involucrata*) to 1.56% (*Varronia curassavica*). *Campomanesia reitziana*, *Cortaderia selloana* and *Sophora tomentosa* did not present essential oil. The major constituents are ar-curcumene (15.1%) and cis-chrysanthenol (14.2%) in *Ambrosia elatior*; benzyl benzoate (43.5%) and benzyl salicylate (23.7%) in *Aniba firmula*; caryophyllene oxide (35.7%) and spathulenol (10.6%) in *Austroeupatorium inulaefolium*; spathulenol (19.8%) and caryophyllene oxide (14.0%) in *Baccharaccharis spicata*; caryophyllene oxide (16.3%) in *Eugenia astringens*; curzerene (30.0%), limonene (13.0%), and germacrone (11.9%) in *Eugenia uniflora*; caryophyllene oxide (17.1%) and ledol (11.3%) in *Lantana camara*; caryophyllene oxide (27.7%) and limonene (12.7%) in *Mikania involucrata*; 1,8-cineole (19.8%) in *Psidium cattleianum*; limonene (10.2%) in *Sophora terebinthifolius*, and allo-aromadendrene (15.2%) in *Varronia curassavica*.

Keyword: Bioprospecting. Native species. Phytochemicals. Aromatic plants.
Restinga.

2.1 INTRODUÇÃO

Restinga é um tipo de habitat constituinte da Floresta Atlântica originado de depósitos marinhos quaternários. Esse habitat compreende ecossistemas definidos por dunas e planícies costeiras arenosas caracterizadas de vegetação herbáceas, arbustivas e arbóreas, crescendo em locais abertos e/ou inacessíveis, como, lagoas, lagos e pântanos. Tais comunidades vegetais incluem um mosaico de plantas com variações fisionômicas e xeromórficas em respostas às inúmeras restrições impostas pela pobreza de nutrientes nos solos arenosos dessas formações, seca, elevada salinidade, radiações solares, ventos constantes e altas temperaturas do ar e solo (REINERT et al., 1997). Dessa maneira, a restinga é única, por si só, porque compreende um conjunto de espécies com alta plasticidade ecológica, pois, apesar da sua origem na floresta, elas colonizam, sobrevivem e crescem em situações inóspitas (ZAMITH e SCARANO, 2006).

A manutenção do equilíbrio ecológico das espécies na restinga, por meio da plasticidade vegetal, ocorre principalmente devido à propagação de plantas específicas sobre ela, onde as herbáceas, arbustivas e arbóreas aromáticas são muito comuns. Entre as famílias dessas plantas destacam-se as *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Myrtaceae* e *Poaceae* dentre as mais representativas neste habitat (MARTINS et al., 2008; MELO JÚNIOR e BOEGER, 2015).

Espécies pertencentes a essas famílias, *Ambrosia elatior* (MAKSIMOVIC', 2008), *Austroeupatorium inulaefolium* (SOSA et al., 2012), *Baccharis spicata* (RETTA et al., 2009), *Campomanesia reitziana* (VIEIRA et al., 2009), *Eugenia astringens* (MAGINA et al., 2009), *Eugenia uniflora* (VICTORIA et al., 2012), *Mikania involucreta* (LIMBERGER et al., 1998), *Psidium cattleianum* (SCUR et al., 2016) e *Sophora tomentosa* (TANAKA et al., 1997) são relatadas por serem ricas em flavonóides, terpenóides e outros compostos aromáticos. Na medicina tradicional, têm sido apontados vários usos populares às comunidades ribeirinhas, no tratamento de asma, inflamações, reumatismos e diabetes (HERNÁNDEZ et al., 2011). Adicionalmente, também indicam um potencial valor ecológico, uma vez que, proporcionam abrigo, alimentação e proteção à fauna florestal (GOMES et al., 2008). Outras famílias de herbáceas, arbustivas e arbóreas aromáticas com menores representações nos ecossistemas de restingas, são as *Anacardiaceae*, *Boraginaceae*, *Lauraceae* e *Verbenaceae*. Dentre elas, as espécies *Aniba firmula*

(MARQUES e AZEVEDO, 2011), *Lantana camara* (SOUSA et al., 2012; ZOUBIRI et al., 2012), *Schinus terebinthifolius* (BENDAOUD et al., 2010) e *Varronia curassavica* (NIZIO et al., 2015) são ressaltadas na literatura, por meio das propriedades químicas presentes em seus óleos essenciais, como aromatizantes, bactericidas, inseticidas, antioxidantes, anticancerígenas e fungicidas. Apesar das diferentes empregabilidades com as espécies citadas, até o momento, as prospecções das espécies vegetais das restingas com potencial de obtenção de óleos essenciais focam, principalmente, na família *Myrtaceae* no Brasil (RAMOS et al., 2010; ALBUQUERQUE et al., 2012; AMARAL et al., 2013; PEREIRA et al., 2010).

Baseado no estudo de novas fontes de óleos essenciais, na riqueza química da vegetação da restinga brasileira, no fornecimento de subsídios para o extrativismo das espécies pelas comunidades litorâneas e demanda crescente de produtos fitoterápicos e aromáticos, os óleos essenciais de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas foram selecionados para essa pesquisa. Assim como parte de um estudo sistemático da composição química da flora aromática da Floresta Atlântica, o trabalho teve como objetivo realizar bioprospecção no ecossistema de restinga da Praia Vermelha, Penha (SC). O presente trabalho descreve os (i) teores dos óleos essenciais e os (ii) constituintes químicos das folhas de 14 espécies vegetais.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Material vegetal

Folhas de 14 espécies foram coletadas, em fevereiro de 2014, Penha, Santa Catarina, Brasil (entre 26°47'57.9"S; 48°35'39.3W e 26°48'39.7"S; 48°35'52.4W). As espécies foram identificadas no Departamento de Botânica do Museu Botânico Municipal, Curitiba, Paraná, Brasil. A vegetação da área de amostragem é formada por ecossistema de restinga que abrange as comunidades herbáceas, arbustivas e arbóreas. O clima da região é do tipo subtropical, com verão quente e chuvoso e inverno subseco. No período de coleta a temperatura média mensal foi de 26,1 °C, a precipitação média mensal foi de 113,0 mm e com 85% de umidade relativa de média mensal.

De cada espécie foram coletas três amostras foliares da porção terminal de um ramo no período vegetativo de pelo menos dez plantas, de modo a proporcionar as folhas para a extração do óleo essencial.

2.2.2 Extração e análise química do óleo essencial

Amostras de folhas frescas (100 g), em triplicata, foram preparadas realizando cortes das folhas em segmentos de aproximadamente 2 cm de comprimento e submetidas a hidrodestilação num aparelho do tipo de Clevenger durante 4 horas e 30 minutos. Após a extração do óleo essencial, o hidrolato foi separado usando sulfato de sódio anidro e o teor de óleo essencial foi calculado com base na amostra seca (Tabela 2.1). As amostras foram mantidas a temperatura de – 20 °C em freezer até a realização da análise química.

A análise da composição química foi realizada em cromatógrafo em fase gasosa (Agilent 6890) acoplado a um detector seletivo de massa (Agilent 5973N). O CG foi equipado com uma coluna capilar fundida HP-5MS (espessura de filme de 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm) revestida com fase estacionária de fenil-95% dimetilpolissiloxano a 5%. Utilizou-se hélio como gás carreador, a uma taxa de fluxo de 1,0 mL/min. A programação da temperatura foi ajustada para 60 a 240 °C a razão de 3 °C/min, aquecida a 240 °C e mantida a esta temperatura durante 10 minutos. A temperatura do injetor foi mantida a 250 °C. As amostras de óleo essencial foram diluídas a 1% em diclorometano e injetou-se 1,0 µL da solução com uma razão de separação de 1:20. O detector de massa foi operado em modo de ionização por elétrons (70 eV) a uma velocidade de 3,15 scan/min e um intervalo de varrimento de 40 a 450 Da. A linha de transferência foi mantida a 260 °C, a fonte de íons a 230 °C e o analisado (quaduplicata) a 150 °C.

Para a quantificação, os óleos essenciais foram injetados em um cromatógrafo em fase gasosa (Agilent 7890) equipado com FID operado a 280 °C. Utilizou-se hidrogênio como gás de suporte, a uma taxa de fluxo de 1,5 mL/min, utilizando a mesma coluna e as condições descritas acima.

A quantificação de cada constituinte foi estimada por integração eletrônica do FID com a área de pico correspondente, que foi determinada com base na média de três injeções. A identificação foi realizada comparando os índices de Kovats (KIs)

obtidos de uma correlação da série homóloga de alcanos (C₈-C₂₆) e, combinando seus espectros de massa com os de bibliotecas e comparando KIs da literatura.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nestas espécies os teores dos óleos essenciais das folhas frescas variaram de 0,01 a 1,56% (Tabela 2.1). As espécies *Sophora tomentosa*, *Campomanesia reitziana* e *Cortaderia selloana* não apresentaram óleo essencial em suas folhas. Para essas espécies, não foram encontrados relatos na literatura sobre a presença de óleo essencial. Assim, apesar do potencial aromático dessas espécies, o aroma pode ser atribuído à presença de várias substâncias solúveis em água, incluindo 5'-nucleótidos, aminoácidos livres e carboidratos solúveis a uma série de C₈ - compostos oxigenados alifáticos (EISENREICH et al., 1997). Tanaka et al. (1997) observou que na *S. tomentosa* há presença de outros metabolitos secundários, como, os flavonoides.

A espécie *Varronia curassavica* Jacq. apresentou o maior teor de óleo com teor de 1,56% (Tabela 2.1). Os teores de óleo essencial encontrados para outros autores para essa espécie então entre 0,45 e 0,69% para a *Schinus terebinthifolius* Raddi (BARBOSA et al., 2007) e entre 0,21 a 1,12% para amostras frescas de *Varronia curassavica* Jacq (MECCIA et al., 2009; RODRIGUES et al., 2012). Magalhães (2010) ressalta que, apesar de a *V. curassavica* ser muito aromática, o teor de óleo essencial é baixo.

Os resultados da análise química mostram que no total, 60 constituintes químicos foram caracterizados no óleo essencial das onze espécies (Tabela 2.2). Desses constituintes, 7,5-18,7% eram monoterpenos hidrocarbonetos, 0,3-27,2% monoterpenos oxigenados, 2,5-32,1% sesquiterpenos hidrocarbonetos, 3,9-69,8% sesquiterpenos oxigenados, 1,4% fenilpronoídes e 1,8-68,9% ésteres. A partir dos resultados encontrados, observou-se que o limoneno foi o único constituinte comum em todas as espécies analisadas, cujas concentrações variam de 4,9 a 13,0% (TABELA 2.2). A presença desse composto também foi comum para um grupo de dez espécies de *Baccharis* coletados na Floresta Atlântica, no sul do Brasil (TROMBIN-SOUZA et al., 2017). Tais similaridades podem estar associadas ao papel deste constituinte como precursor da biossíntese de monoterpenos (TROMBIN-SOUZA et al., 2017).

TABELA 2.1 – DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES COLETADAS E TEOR DE ÓLEO DE ESPÉCIES HERBÁCEAS, ARBUSTIVAS E ARBÓREAS DA RESTINGA DA PRAIA VERMELHA, PENHA (SC), BRASIL.

Família	Espécies	Hábito de crescimento	Teor de óleo essencial*
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Árvore	1,04 b**
Asteraceae	<i>Baccharis spicata</i> (Lam.) Baill.	Arbusto	0,48 c
Asteraceae	<i>Austroeupatorium inulaefolium</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.	Herbácea	0,14 e
Asteraceae	<i>Mikania involucreta</i> Hook. & Arn.	Herbácea	0,01 f
Asteraceae	<i>Ambrosia elatior</i> L.	Herbácea	0,14 e
Boraginaceae	<i>Varronia curassavica</i> Jacq.	Arbusto	1,56 a
Fabaceae	<i>Sophora tomentosa</i> L.	Árvore	- ***
Lauraceae	<i>Aniba firmula</i> (Nees & Mart.) Mez	Árvore	0,33 d
Myrtaceae	<i>Campomanesia reitziana</i> D.Legrand	Árvore	- ***
Myrtaceae	<i>Eugenia astringens</i> Cambess.	Arbusto	0,29 d
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Arbusto	0,11 e
Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Árvore	0,56 c
Poaceae	<i>Cortaderia selloana</i> (Schult. & Schult. f.) Asch. & Graebn.	Herbácea	- ***
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> Linn.	Herbácea	0,08 ef

C.V. (%) = 8,6

FONTE: O autor (2017).

LEGENDA: *Teor expresso em % do óleo essencial extraído de folhas frescas por hidrodestilação;

** As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; *** não apresentaram óleo essencial em suas folhas.

Em relação à família Anacardiaceae, *Schinus terebinthifolius* apresentou somente limoneno (10,2%) como constituinte majoritário (Tabela 2.2). Para *S. terebinthifolius* investigada em Sfax, sudeste da Tunísia, o marcador químico encontrado nas bagas foi γ -cadineno (18,0%) (BENDAOU et al., 2010). Neste caso, a divergência dos marcadores químicos possivelmente está relacionada ao órgão de armazenamento do óleo essencial, já que, as extrações foram realizadas de folhas. Por outro lado, a distância geográfica e a variabilidade genética de diferentes populações são consideradas contribuintes para essas diferenças. Ainda que, a divergência genética em *S. terebinthifolius* no Bioma Floresta Atlântica, Caatinga e ecótono seja considerada baixa (61%) quando comparado a outras espécies perenes e heterógamas (ÁLVARES-CARVALHO et al., 2015).

TABELA 2.2 – CONSTITUINTES QUÍMICOS DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE FOLHAS FRESCAS DE ESPÉCIES HERBÁCEAS, ARBUSTIVAS E ARBÓREAS DA RESTINGA DA PRAIA VERMELHA, PENHA (SC), BRASIL.

Constituinte	KI ^{lit}	KI ^{cal}	Espécies										
			E 01	E 02	E 03	E 04	E 05	E 06	E 07	E 08	E 09	E 10	E 11
1. α-pineno	933	932	4,0 ¹	-	2,9	1,6	0,2	0,6	0,6	5,3	0,4	1,8	-
2. canfeno	949	946	-	-	-	-	-	6,7	0,1	-	-	-	-
3. β-pineno	976	974	1,5	1,9	4,8	2,1	0,3	0,6	0,7	3,7	0,7	0,4	-
4. mirceno	992	988	-	-	-	-	-	0,2	0,2	-	-	2,5	-
5. p-cimeno	1024	1029	1,6	-	0,4	0,5	0,4	0,6	0,8	2,2	0,4	1,1	0,9
6. limoneno	1028	1029	10,2	5,8	4,9	12,7	6,6	8,3	6,9	7,5	13,0	8,8	7,8
Monoterpeno hidrocarboneto			17,3	7,7	13,0	16,9	7,5	17,0	9,3	18,7	14,5	14,6	8,7
7. 1,8-cineol	1031	1026	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	19,8	-
8. α-canfonelal	1127	-	-	-	0,3	-	-	-	-	1,7	-	-	-
9. trans-pinocarveol	1138	-	-	1,7	1,7	0,7	-	0,3	0,1	2,5	-	0,2	-
10. cis-crisantenol	1163	-	-	-	-	-	14,2	-	-	-	-	-	-
11. borneol	1165	1169	-	-	-	0,2	4,2	-	-	-	-	-	-
12. terpinen-4-ol	1177	1174	4,6	0,9	0,6	0,4	-	-	0,2	1,6	-	0,6	-
13. p-cimen-8-ol	1187	-	-	-	1,6	-	-	-	-	8,2	-	-	-
14. criptona	1187	-	5,7	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
15. α-terpineol	1191	1188	4,5	1,7	0,5	0,8	-	-	0,3	4,6	-	2,9	-
16. mirtenol	1197	-	-	2,7	1,5	0,7	-	-	-	1,5	-	-	-
17. cis-epóxido de piperitenona	1253	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	-	-	-
18. acetato de timol	1344	1355	-	-	-	-	-	-	-	3,6	-	-	-
Monoterpeno oxigenado			14,8	7,0	6,2	2,8	18,4	0,3	1,0	27,2	0,0	23,5	0,0
19. α-copaeno	1374	1374	-	-	0,4	0,7	-	0,4	0,6	-	-	3,2	1,0
20. β-elemeno	1392	1391	0,8	-	0,5	1,5	-	1,2	-	-	2,6	0,1	-
21. (E)-cariofileno	1418	1417	0,7	-	1,8	6,8	0,8	6,3	0,4	-	-	0,9	4,3
22. aromadendreno	1438	1439	0,6	-	0,6	-	-	0,2	0,3	1,6	-	0,2	3,0
23. α-humuleno	1452	1452	0,3	-	0,8	1,6	0,5	2,4	0,1	-	-	0,3	0,4
24. (E)-β-farneseno	1457	1459	1,4 ¹	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-
25. allo-aromadendreno	1459	1461	-	-	-	-	-	15,2	0,8	0,4	-	-	1,7
26. γ-muroleno	1476	1478	2,1	0,6	0,9	1,0	-	-	0,1	-	-	1,5	3,5
27. ar-curcumeno	1483	1482	-	0,6	-	15,1	-	-	-	-	-	-	-
28. β-selineno	1484	1486	-	-	0,5	2,9	-	0,8	0,6	-	0,8	2,0	0,3
29. germacreno D	1485	1484	2,5	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-

(continua)

TABELA 2.3 – CONSTITUINTES QUÍMICOS DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE FOLHAS FRESCAS DE ESPÉCIES HERBÁCEAS, ARBUSTIVAS E ARBÓREAS DA RESTINGA DA PRAIA VERMELHA, PENHA (SC), BRASIL.

Constituinte	K ^{lit}	K ^{cal}	Espécies											(continuação)		
			E 01	E 02	E 03	E 04	E 05	E 06	E 07	E 08	E 09	E 10	E 11			
30. α-muuroloeno	1500	1500	1,4	0,8	0,3	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	0,3	0,8
31. γ-cadineno	1514	1513	-	0,8	1,0	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,2	2,5
32. trans-calameneno	1523	1525	2,7	1,0	-	-	-	-	-	-	0,1	0,5	-	-	0,6	2,2
33. zonareno	1534	1533	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	-
34. α-cadineno	1514	1517	-	-	-	-	-	-	-	5,1	-	-	-	-	-	0,6
35. selina-3,7(11)-diene	1541	1543	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-
36. germacreno B	1557	1558	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	-	-
Sesquiterpeno hidrocarboneto			19,2	3,8	6,8	14,5	16,4	32,1	3,8	2,5	8,4	16,3	19,7			
37. curzereno	1498	1497	-	-	-	-	-	-	-	-	30,0	-	-	-	-	-
38. (E)-nerolidol	1564	1561	-	-	-	-	-	-	5,9	-	-	0,8	-	-	-	-
39. espatulenol	1576	1576	3,1	19,8	10,6	8,2	-	-	3,7	1,5	1,6	-	-	-	-	-
40. óxido de cariofileno	1582	1581	4,7	14,0	35,7	27,7	-	4,7	2,5	16,3	-	-	7,9	-	17,1	-
41. globulol	1584	1583	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4	-
42. viridiflorol	1592	1591	2,3	0,9	0,6	-	-	-	0,2	1,1	3,0	-	-	0,6	-	-
43. ledol	1602	1602	-	2,9	-	1,1	-	-	0,4	-	-	-	-	0,5	11,3	-
44. epóxido de humuleno II	1608	1608	-	4,4	4,4	2,6	-	-	0,3	-	-	-	-	1,2	0,9	-
45. 1-epi-cubenol	1628	1627	2,6	2,6	-	5,4	-	-	0,2	-	-	-	-	4,0	0,3	-
46. epi-α-muurolool	1641	1640	2,5	10,4	3,2	3,3	-	2,0	-	-	-	-	-	-	2,7	-
47. desmetoxi-encecalina	1643	1642	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,2	-	-
48. α-muurolool	1646	1644	0,7	2,8	0,6	0,6	-	0,8	-	-	-	-	-	2,5	0,7	-
49. α-cadinol	1654	1657	2,8	12,0	6,9	4,9	0,6	2,6	-	1,6	4,8	-	-	3,0	2,4	-
50. epi-α-cadinol	1661	1662	-	-	-	-	-	-	0,3	2,0	-	-	-	-	-	-
51. atractilona	1662	1660	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 ¹	-	-	-	-	-
52. 14-hidroxi-9-epi-cariofileno	1671	1662	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	-
53. α-bisabolol	1684	1687	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54. germacrone	1697	1699	-	-	-	-	-	-	-	-	11,9	-	-	-	-	-
Sesquiterpeno oxigenado			18,8	69,8	62,0	53,8	3,9	20,9	13,5	22,5	58,4	24,7	49,6			
55. (E)-metil-isoegenol	1488	1489	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-
Fenilpropanóide			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0

TABELA 2.4 – CONSTITUINTES QUÍMICOS DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE FOLHAS FRESCAS DE ESPÉCIES HERBÁCEAS, ARBUSTIVAS E ARBÓREAS DA RESTINGA DA PRAIA VERMELHA, PENHA (SC), BRASIL.

Constituinte	Kl ^{lit}	Kl ^{cal}	Espécies											(conclusão)			
			E 01	E 02	E 03	E 04	E 05	E 06	E 07	E 08	E 09	E 10	E 11				
56. acetato de α -terpenila	1349	1347	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	-
57. butanoato de geranila	1561	1663	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,9	-	-	-	-
58. benzoato de benzila	1769	1767	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43,5	-	-	-	-	-
59. benzoato de 2-feniletila	1879	1880	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	-	-	-	-	-
60. salicilato de benzila	1887	1889	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,7	-	-	-	-	-
Ester			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	68,9	5,9	0,0	0,0	1,8	0,0
Total dos constituintes (%)			70,1	88,3	88,0	88,0	88,0	46,2	46,2	70,3	70,3	96,5	76,8	81,3	81,3	82,3	78,0

FONTE: O autor (2017).

LEGENDA: Kl^{lit} = Índice de Kovats da Literatura, Kl^{cal} = Índice de Kovats Experimental; E 01 *Schinus terebinthifolius*; E 02 *Baccharis spicata*; E 03 *Austroeupeatorium inulaefolium*; E 04 *Mikania involucrata*; E 05 *Ambrosia elatior*; E 06 *Varronia curassavica*; E 07 *Aniba firmula*; E 08 *Eugenia astringens*; E 09 *Eugenia uniflora*; E 10 *Psidium cattleianum*; E 11 *Lantana camara*. - elemento traço <0,1%. ¹ Teores expressos em %.

Entre as espécies da família Asteraceae os compostos majoritários foram espatulenol (19,8%), óxido de cariofileno (14,0%), α -cadinol (12,0%) e *epi*- α -muurolol (10,4%) em *Baccharis spicata*; óxido de cariofileno (35,7%) e espatulenol (10,6%) em *Austroeupatorium inulaefolium*; óxido de cariofileno (27,7%) e limoneno (12,7%) em *Mikania involucrata*; ar-curcumeno (15,1%) e cis-crisantenol (14,2%) em *Ambrosia elatior* (Tabela 2.2). Os terpenos, mono e sesquiterpenos predominam em sua maior parte nas plantas com sementes (KNUDSEN et al., 2006), contudo, para as asteráceas a classe monoterpênica tem sido demonstrada como mais abundante. Todavia, os resultados reportam o predomínio de sesquiterpenos, na família. Isto é um indicativo das condições estressantes das plantas, quando submetida ao ecossistema de restinga, uma vez que, elevadas temperaturas e intensidade solares, bem como os ventos fortes, contribuem para a volatilização das moléculas menores como as monoterpênicas.

Na família Boraginaceae, a espécie *Varronia curassavica* apresentou o predomínio do sesquiterpeno hidrocarboneto, *allo*-aromadendreno (15,2%) (Tabela 2.2). Esse resultado é 52% maior que a concentração de *allo*-aromadendreno (10,0%) obtida com o cultivo de *V. curassavica* em ambiente controlado de estufa (CARVALHO et al., 2004). Apesar do habitat natural da espécie ser predominante em locais abertos e ensolarados tem se notado a plasticidade da mesma ao ajustar-se às condições de sombreamento (FEIJÓ et al., 2014; PAULILO et al., 2010). Em *V. curassavica*, o armazenamento de óleos essenciais se dão em tricomas globulares glandulares, presentes na superfície foliar (VENTRELLA e MARINHO, 2008), cuja frequência e desenvolvimento podem ser influenciados pela luminosidade (FEIJÓ et al., 2014). Neste sentido, o aumento dos tricomas glandulares globulares é acentuado em resposta à elevada irradiância (FEIJÓ et al., 2014). A irradiância, além de influenciar na produção de óleo essencial, por intermédio das alterações nas quantidades de tricomas, também, pode atuar na área foliar e no desenvolvimento das raízes de *V. curassavica* (FEIJÓ et al., 2014; PAULILO et al., 2010). Isto induz que as plantas, em ambientes com elevada intensidade de luz, tenham menores áreas foliares minimizando, desse modo, a perda de água por meio da transpiração. Enquanto que, os maiores comprimentos de raízes possibilitam na absorção de água e nutrientes; e na capacidade de suportar altas taxas de transpiração e fotossíntese. Em adição, os metabolitos secundários produzidos pela *V. curassavica* em solos pobres de nutrientes, como os

de restinga, têm sido alterados de maneira benéfica quando manejada em substratos enriquecidos (PAULILO et al., 2010). Conjuntamente, a luminosidade e o substrato contribuem para produção de substâncias lipofílicas (PAULILO et al., 2010), o que provavelmente está relacionada com a proteção contra radiação e alta evapotranspiração.

Para *Aniba firmula* (Lauraceae) os constituintes majoritários foram benzoato de benzila (43,5%) e salicilato de benzila (23,7%) (Tabela 2.2). Valores elevados benzoato de benzila foram encontrados por Silva et al. (2009), com teores 69,7 e 73% para a *Licaria canella*, enquanto que para a *Aniba canellilla* os teores foram de 0,21 a 0,19%. Nas lauráceas brasileiras, a natureza química do óleo essencial e seus constituintes majoritários apresentam-se divididos em três grupos de quimiotipos: “grupo do benzoato” (*A. firmula*, *A. fragrans*, *A. gardneri*, *A. burchelli*, *A. parviflora*, *A. permolis* e *A. guianensis*); “grupo do linalol” (*A. duckei* e *A. rosaeodora*); e “grupo do alilbenzeno” (*A. canellita*, *A. hostmanniana* e *A. pseudocoto*) (MORAIS et al., 1972). Como outras espécies da família, *A. firmula* mantém constante a produção de óleos essenciais e seus constituintes, visto que, não estão sujeitos às variações (ALCÂNTARA et al., 2010), demonstrando uma menor sensibilidade da espécie às influências edafo-climáticas.

Os constituintes majoritários encontrados na família Myrtaceae foram: óxido de cariofileno (16,3%) em *Eugenia astringens*; limoneno (13,0%), curzereno (30,0%) e germacrona (11,9%) em *Eugenia uniflora*; e 1,8-cineol (19,8%) em *Psidium cattleianum* (Tabela 2.2). Esses constituintes químicos pertencem predominantemente às classes químicas de monoterpenos hidrocarbonetos e oxigenados e sesquiterpenos oxigenados. Contrapondo os resultados já obtidos para mirtáceas no qual se verifica o predomínio sesquiterpenos (ALBUQUERQUE et al., 2012), no ecossistema de restinga é constatado o aumento de monoterpenos hidrocarbonetos e oxigenados (DEFAVERI et al., 2011). Apesar de ser comprovado que monoterpenos volatilizam facilmente em condições de alta temperatura e intensidade solar (ARRUDA; VICTÓRIO, 2011), justifica-se a abundância desses compostos na família, especialmente nos indivíduos provenientes de restinga, devido à sua anatomia foliar ser espessa e recoberta por cera (DONATO; MORRETES, 2007). Assim, as folhas evidenciam funcionalidades como mecanismos de proteção contra perda de água e refletora de luz incidente. Sabe-se que em mirtáceas uma das características marcantes é o armazenamento de óleos no

parênquima paliçádico e em cavidades secretoras presentes nas nervuras foliares. Tais cavidades são apontadas em maiores números nas espécies submetidas às condições estressantes de restinga, como intensa luminosidade, alta temperatura, salinidade e seca (DONATO; MORRETES, 2007; ARRUDA. Neste contexto, os fatores ambientais têm propiciado o aumento de teores dos óleos essenciais de mirtáceas presentes no ecossistema de restinga (DONATO; MORRETES, 2007), o que contradiz os resultados apresentados nesse estudo.

Óxido de cariofileno (17,1%) e ledol (11,3%) foram os constituintes mais abundantes em *Lantana camara* (Tabela 2.2). O predomínio de sesquiterpenos oxigenados neste estudo revela a sua importância para a espécie, assim como, os monoterpenos (NGASSOUM et al., 1999). Nessas classes, a presença dos constituintes químicos, quantitativos e qualitativos, tem apresentado alterações em sua composição nos diferentes órgãos de *L. camara* (DA SILVA et al., 1999; MEDEIROS et al., 2012). Em folhas, particularmente, os óleos essenciais majoritários são sesquiterpenos, o que corrobora com os resultados encontrados por MEDEIROS et al. (2012). Ainda, a composição dos constituintes químicos, também, deve-se as inúmeras variedades apresentadas pela espécie como, *L. camara var. aculeata*; *L. camara var. ava*; *L. camara var. hybrida*; *L. camara var. mista*; e *L. camara var. nivea* (DA SILVA et al., 1999). Ao confrontar os resultados com a literatura foi identificado que a amostra representa um novo quimiotipo de *L. camara* do grupo ledol.

2.4 CONCLUSÕES

O estudo relata o rendimento e a composição química de óleos essenciais de 14 espécies distribuídas no litoral de Santa Catarina, Brasil. O teor de EO varia de 0,01% (*M. involucrata*) a 1,56% (*V. curassavica*). Os principais constituintes são ar-curcumeno (15,1%) e cis-crisantenol (14,2%) em *A. elatior*; benzoato de benzila (43,5%) e salicilato de benzila (23,7%) em *A. firmula*; óxido de cariofileno (35,7%) e espatulenol (10,6%) em *A. inulaefolium*; espatulenol (19,8%) e óxido de cariofileno (14,0%) em *B. spicata*, óxido de cariofileno (16,3%) em *E. astringens*; curzereno (30,0%), limoneno (13,0%) e germacrona (11,9%) em *E. uniflora*; óxido de cariofileno (17,1%) e ledol (11,3%) em *L. camara*; óxido de cariofileno (27,7%) e limoneno

(12,7%) em *M. involucrata*; 1,8-cineol (19,8%) em *P. cattleianum*; limoneno (10,2%) em *S. terebinthifolius* e alo-aromadendrene (15,2%) em *V. curassavica*.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, R. D. D. G.; TIETBOHL, L. A. C.; FERNANDES, C. P.; COUTEIRO, P. P.; EIRIZ, D. N.; SANTOS, M. G.; SILVA-FILHO, M. V., ALVES, G. A.; BACHINSKI, R.; ROCHA, L. Chemical and Biological Study of Essential Oils from *Eugenia pruniformis* Cambess., an Endemic Species from Brazilian Atlantic Forest **Lat. Am. J. Pharm.** v., 31, n. 6, p. 830-834, 2012.

ALCÂNTARA, J. M.; YAMAGUCHI, K. K. L.; JUNIOR, V. F. V.; LIMA, E. S. Composição química de óleos essenciais de espécies de *Aniba* e *Licaria* e suas atividades antioxidante e antiagregante plaquetária. **Quím. Nova**, v. 33, n. 1, p. 141-145, 2010.

ÁLVARES-CARVALHO, S. V.; DUARTE, J. F.; CARVALHO, D.; PEREIRA, G. S.; SILVA-MANN, R.; FERREIRA, R. A. *Schinus terebinthifolius*: Population structure and implications for its conservation. **Biochemical Systematic and Ecology**, v. 58, p. 120-125, 2015.

AMARAL, R. R.; FERNANDES, C. P.; CAMEL, O. P.; TIETBOHL, L. A. C.; SANTOS, M. G.; CARVALHO, J. C. T.; ROCHA, L. Essential Oils from Fruits with Different Color and Leaves of *Neomitranthes obscura* (DC.) N. Silveira: Na Endemic Species from Brazilian Atlantic Forest. **BioMed Research International**, p. 1-7, 2013.

ARRUDA, R. C. de; VICTÓRIO, C. P. Leaf Secretory Structure and Volatile Compounds of *Eugenia copacabanensis* Kiaersk. (Myrtaceae), **Journal of Essential Oil Research**, v. 23, n. 5, p. 1-6, 2011.

BARBOSA, L. C. A.; DEMUNER, A. J.; CLEMENTE, A. D.; de PAULA, V. F.; ISMAIL, F. M. D. Seasonal variation in the composition of volatile oils from *Schinus Terebinthifolius* Raddi. **Quim. Nova**, v. 30, n. 8, p. 1959-1965, 2007.

BENDAOU, H.; ROMDHANE, M.; SOUCHARD, J. P.; CAZAUX, S.; BOUJILIA, J. Chemical Composition and Anticancer and Antioxidant Activities of *Schinus Molle* L. and *Schinus Terebinthifolius* Raddi Berries Essential Oils **Journal of Food Science**, v. 75, n. 6, 2010.

DA SILVA, M. H. L.; ANDRADE, E. H. A.; ZOGHBI, M. D. G. B.; LUZ, A. I. R.; DA SILVA, J. D.; MAIA, J. G. S. The essential oils of *Lantana camara* L. occurring in North Brazil. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 14, n. 4, p. 208-210, 1999.

DEFAVERI, A. C.; SATO, A.; BORRÉ, L. B.; AGUIAR, D. L.; SAN GIL, R. A.; ARRUDA, R. C.; RIEHL, C. A. *Eugenia neonitida* Sobral and *Eugenia rotundifolia* Casar. (Myrtaceae) essential oils: composition, seasonality influence, antioxidant activity and leaf histochemistry. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 22, n. 8, p. 1531-1538, 2011.

DONATO, A. M.; MORRETES, B. L. de. Anatomia foliar de *Eugenia brasiliensis* Lam. (Myrtaceae) proveniente de áreas de restinga e de floresta. **Rev Bras Farmacogn**, v. 17, p. 426-443, 2007.

EISENREICH, W.; SAGNER, S.; ZENK, M. H.; BACHER, A. Monoterpenoid essential oils are not of mevalonoid origin. **Tetrahedron letters**, v. 38, n. 22, p. 3889-3892, 1997.

FEIJÓ, E. V. R Da S.; OLIVEIRA, R. A. de; COSTA, L. C. Do B. Light affects *Varronia curassavica* essential oil yield by increasing trichomes frequency. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 5, p. 516-523, 2014.

GOMES, V. S. da M.; LOISELLE, B. A.; ALVES, M. A. S. Birds foraging for fruits and insects in shrubby restinga vegetation, southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 4, p. 0-0, 2008.

HERNÁNDEZ, M. P. Uso medicinal popular de plantas y líquenes de la Isla Paulino, Provincia de Buenos Aires, Argentina. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, v. 9, n. 4, 2011.

KNUDSEN, J. T.; ERIKSSON, R.; GERSHENZON, J.; STÅHL, B. Diversity and distribution of floral scent. **The botanical review**, v. 72, n. 1, p. 1-120, 2006.

LIMBERGER, R.; SUYENAGA, E. S.; HENRIQUES, A. T.; MENUT, C.; VÉRIN, P.; LAMATY, G.; BESSIÈRE, J. M. Chemical composition of essential oils from three southern Brazilian species of *Mikania* (Asteraceae). **Journal of Essential Oil Research**, v. 10, n. 4, p. 363-367, 1998.

MAGALHÃES, P. M. de. Estratégias para o mercado de plantas medicinais e aromáticas no Brasil: o exemplo da erva-baleeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.31, n. 255, p. 94-100, 2010.

MAGINA, M. D.; DALMARCO, E.M.; WISNIEWSKI, A.; SIMIONATTO, E.L.; DALMARCO, J. B.; PIZZOLATTI, M. G.; BRIGHENTE, I. M.; Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of *Eugenia* species. **Journal of natural medicines**, v. 63, n. 3, p. 345-350, 2009.

MAKSIMOVIĆ, Z. In vitro antioxidant activity of ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L., Asteraceae) herb. **Industrial Crops and Products**, v. 28, n. 3, p. 356-360, 2008.

MARQUES, C. A.; AZEVEDO, A. A. Caracterização anatômica da folha de *Aniba firmula* (Nees & C. Mart.) Mez (Lauraceae). **Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl**, v. 32, n. 2, 2011.

- MARTINS, S. E.; ROSSI, L.; SAMPAIO, P. D. S. P.; MAGENTA, M. A. G. Caracterização florística de comunidades vegetais de restinga em Bertiooga, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 1, p. 249-274, 2008.
- MECCIA, G., ROJAS, L. B., VELASCO, J., Díaz, T., USUBILLAGA, A., ARZOLA, J. C., RAMOS, S. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Cordia verbenacea* from the Venezuelan Andes. **Natural product communications**, v. 4, n. 8, p. 1119-1122, 2009.
- MEDEIROS, L. B.; ROCHA, M. D. S.; LIMA, S. G. D.; SOUSA JÚNIOR, G. R. D.; CITÓ, A. M.; SILVA, D. D.; Da COSTA, J. G. Chemical constituents and evaluation of cytotoxic and antifungal activity of *Lantana camara* essential oils. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 22, n. 6, p. 1259-1267, 2012.
- MELO JÚNIOR, J. C. F. de; BOEGER, M. R. T. Riqueza, estrutura e interações edáficas em um gradiente de restinga do Parque Estadual do Acaraí, Estado de Santa Catarina, Brasil. **Hoehnea**, v. 42, p. 207-232, 2015.
- MORAIS, A. A. de; REZENDE, C. M. A. da M.; BÜLOW, M. V. V.; MOURÃO, J. C.; GOTTLIEB, O. R.; MARX, M. C.; ROCHA, A. I. Da; MAGALHÃES, M. T. Óleos essenciais de espécies do gênero *Aniba*, **Acta Amazonica**, v. 2, n. 1, 1972.
- NGASSOUM, M. B.; YONKEU, S.; JIROVETZ, L.; BUCHBAUER, G.; SCHMAUS, G.; HAMMERSCHMIDT, F. J. Chemical composition of essential oils of *Lantana camara* leaves and flowers from Cameroon and Madagascar. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 14, n. 4, p. 245-250, 1999.
- NIZIO, D. A. DE C.; BRITO, F. DE A.; SAMPAIO, T. S.; MELO, J. DE O.; SILVA, F. L. S. Da; GAGLIARDI, P. R.; ARRIGONI-BLANK, M. De F.; ANJOS, C. S. DOS, ALVES, P. B.; WISNIEWSKI JUNIOR, A.; BLANK, A. F. Chemical diversity of native populations of *Varronia curassavica* Jacq. and antifungal activity against *Lasiodiplodia theobromae* Industrial **Crops and Products** v. 76, n. 15, p. 437-448, 2015.
- PAULILO, M. T. S.; LAPA, F. S.; FALKENBERG, M. de B. Effect of light intensity and growth substratum on plant development and production of secondary metabolites in *Cordia curassavica* (Jacq.) Roem. & Schult. **Revista Árvore**, v. 34, n. 3, p. 417-423, 2010.
- PEREIRA, R. A.; ZOGHBI, M. das G. B.; BASTOS, M. de N. do C. Essential oils of twelve species of Myrtaceae growing wild in the sandbank of the Resex Maracanã, State of Pará, Brazil. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 13, n. 4, p. 440-450, 2010.
- RAMOS, M. F. D. S.; MONTEIRO, S. D. S.; DA SILVA, V. P.; NAKAMURA, M. J.; SIANI, A. C. Essential oils from myrtaceae species of the Brazilian Southeastern maritime forest (Restinga). **Journal of Essential Oil Research**, v. 22, n. 2, p. 109-113, 2010.

REINERT, F.; ROBERTS, A.; WILSON, J. M.; RIBAS, L. D.; CARDINOT, G.; GRIFFITHS, H. Gradation in nutrient composition and photosynthetic pathways across the restinga vegetation of Brazil. **Plant Biology**, v. 110, n. 2, p. 135-142, 1997.

RETTA, D.; GATTUSO, M.; GATTUSO, S.; DI LEO LIRA, P.; VAN BAREN, C.; BANDONI, A. Volatile constituents of five *Baccharis* species from northeastern Argentina. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, n. 7, p. 1379-1384, 2009.

RODRIGUES, F. F., OLIVEIRA, L. G., RODRIGUES, F. F., SARAIVA, M. E., ALMEIDA, S. C., CABRAL, M. E., COSTA, J. G. M. Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of essential oil from *Cordia verbenacea* DC leaves. **Pharmacognosy research**, v. 4, n. 3, p. 161-165, 2012.

SCUR, M. C.; PINTO, F. G. S.; PANDINI, J. A.; COSTA, W. F.; LEITE, C. W.; TEMPONI, L. G. Antimicrobial and antioxidant activity of essential oil and different plant extracts of *Psidium cattleianum* Sabine. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, n. 1, p. 101-108, 2016.

SILVA, J. R. D. A.; DO CARMO, D. F.; REIS, É. M.; MACHADO, G.; LEON, L. L.; SILVA, B. O. D.; AMARAL, A. C. F. Chemical and biological evaluation of essential oils with economic value from *Lauraceae* species. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, n. 6, p. 1071-1076, 2009.

SOSA, M. E.; LANCELLE, H. G.; TONN, C. E.; ANDRES, M. F.; GONZALEZ-COLOMA, A. Insecticidal and nematocidal essential oils from *Argentinean Eupatorium* and *Baccharis* spp. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 43, p. 132-138, 2012.

SOUSA, E. O.; BARRETO, F. S.; RODRIGUES, F. F.; CAMPOS, A. R.; COSTA, J. G. Chemical composition of the essential oils of *Lantana camara* L. and *Lantana montevidensis* Briq. and their synergistic antibiotic effects on aminoglycosides. **Journal of Essential Oil Research**, v. 24, n. 5, p. 447-452, 2012.

TANAKA, T.; IINUMA, M.; ASAI, F.; OHYAMA, M.; BURANDT, C. L. Flavonoids from the root and stem of *Sophora tomentosa*. **Phytochemistry**, v. 46, n. 8, p. 1431-1437, 1997.

TROMBIN-SOUZA, M.; TROMBIN-SOUZA, M.; AMARAL, W.; PASCOALINO, J. A. L.; OLIVEIRA, R. A.; H. R. BIZZO, H. R.; DESCHAMPS, C. Chemical composition of the essential oils of *Baccharis* species from southern Brazil: a comparative study using multivariate statistical analysis. **Journal of Essential oil Research**, v. 29, n. 5, p. 1-8, 2017.

VENTRELLA, M.C.; MARINHO, C. R. Morphology and histochemistry of glandular trichomes of *Cordia verbenacea* DC. (Boraginaceae) leaves **Revista Brasil. Bot.**, v. 31, n 3, p. 457-467, 2008.

VICTORIA, F. N.; LENARDÃO, E. J.; SAVEGNAGO, L.; PERIN, G.; JACOB, R. G.; ALVES, D.; DA SILVA, W. P.; DA MOTA, A. DE S.; NASCENTE, P. DA S. Essential oil of the leaves *Eugenia uniflora* L.: Antioxidant and antimicrobial properties **Food and Chemical Toxicology**, v. 50, p. 2268-2674, 2012.

VIEIRA, R. F.; H. R. BIZZO, H. R.; DESCHAMPS, C. Genetic resources of aromatic plants from Brazil **Israel Journal of Plant Sciences** v. 58, p. 263–271, 2009.

ZAMITH, L. R.; SCARANO, F. R. Restoration of a Restinga Sandy Coastal Plain in Brazil: Survival and Growth of Planted Woody Species **Restoration Ecology** v. 14, n. 1, p. 87–94, 2006.

ZOUBIRI, S.; BAALIOUAMER, A. Chemical composition and insecticidal properties of *Lantana camara* L. leaf essential oils from Algeria, **Journal of Essential Oil Research**, v. 24, n 4, p. 377-383, 2012.

3 TEOR, COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS E AGRUPAMENTO QUÍMICO DE POPULAÇÕES DE *Varronia curassavica* Jacq. DE RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL

RESUMO

Este estudo determinou a variação fitoquímica de 16 populações de *Varronia curassavica* Jacq. de restingas de Santa Catarina, Brasil, no verão e no inverno, com base na composição dos óleos essenciais dos compostos comuns nas populações e estações. As amostragens foram realizadas em um único dia em cada estação. As extrações foram realizadas durante 3 horas por meio de hidrodestilação em aparelho graduado tipo Clevenger utilizando-se folhas frescas e folhas secas, com 3 repetições. Em relação ao teor de óleo essencial, observou-se que no verão, o teor variou de 0,37 a 0,98% nas folhas frescas e de 0,61 a 2,23% nas folhas secas, enquanto no inverno, a variação foi de 0,28 a 1,00% para folhas frescas e de 0,34 a 1,33% nas secas. A população PE3 apresentou os maiores teores médios de óleo essencial nas duas estações, tanto em amostras de folhas frescas quanto nas secas. A população PI1, em amostras secas coletadas no verão, e a população PE3, em amostras secas coletadas no inverno, apresentaram teores de óleo superiores em relação às demais localidades. A secagem das amostras promoveu um aumento no teor de óleo essencial em 81,25% das populações no verão e 31,25% das populações no inverno, enquanto as amostras das demais populações, não apresentaram diferenças significativas. Foram identificados nos óleos essenciais 41 compostos químicos no verão e 40 no inverno. Os componentes químicos comuns encontrados no óleo essencial de todas as populações e em ambas as estações pesquisadas foram α -tujeno, α -pineno, sabineno, α -humuleno, (*E*)-cariofileno, espatulenol, mirceno, *allo*-aromadendreno, β -sesquifelandreno e α -zingibereno. O teor do princípio ativo α -humuleno variou entre 0,34 a 3,16% no verão e de 0,67 a 6,82% no inverno. A análise de agrupamento utilizando o método do vizinho mais próximo com base na distância euclidiana agrupou as 16 populações em 3 grupos no verão e 8 grupos no inverno. Com os componentes comuns em ambas as estações foi realizada análise de componentes principais (ACP) para identificar as correlações lineares existentes entre os compostos analisados com as condições edafoclimáticas. As distribuições geográficas das populações e os fatores abióticos influenciaram na variação quantitativa e qualitativa do óleo essencial em *V. curassavica*.

Palavra-chave: Planta aromática. Composição química. Fitoquímica. Restinga. α -humuleno.

YIELD, CHEMICAL COMPOSITION OF ESSENTIAL OILS AND CHEMICAL GROUPING OF *Varronia curassavica* Jacq. POPULATIONS OF SANDBANK OF SANTA CATARINA, BRAZIL

ABSTRACT

This study determined the phytochemical variation of 16 *Varronia curassavica* Jacq. sandbanks populations of Santa Catarina, Brazil, in summer and winter, based on the essential oils composition of the compounds common in the populations and seasons. *V. curassavica* populations provided essential oil yield in summer, the yield ranged between 0.37 to 0.98% in fresh leaves and from 0.61 to 2.23% in dry leaves, while in winter, the variation was 0.28 to 1.00% for fresh leaves and 0.34 to 1.33% for the dry season. The PE3 population had the highest average levels of essential oil in both seasons, both in fresh and dry leaf samples. The P11 population, in dry samples collected in the summer, and the PE3 population, in dry samples collected in the winter, presented higher oil yields in relation to the other regions. The drying of the samples promoted an increase in the essential oil yield in 81.25% of the populations in the summer and 31.25% of the populations in the winter, while the samples of the other populations did not present significant differences. 41 chemical compounds were identified in the summer and 40 in the winter. The compounds were grouped into 4 chemical classes in each studied station. Common chemical components found in the essential oil of all populations in both stations were α -thujene, sabinene, α -humulene, (*E*)-cariophyllene, spathulenol, myrcene, *allo*-aromadendrene, β -sesquifelandene and α -zingiberene. Cluster analysis using the method of nearest neighbor based on Euclidean distance grouped the 16 populations into 3 groups in summer and 8 groups in winter. With the common components at both seasons, main component analysis (PCA) was performed to identify the linear correlations between the compounds analyzed with the edaphoclimatic conditions. The geographical distribution of populations and abiotic factors influenced the qualitative and quantitative variation of essential oil in *V. curassavica*.

Keyword: Aromatic plant. Chemical composition. Phytochemical. Restinga.
 α - humulene.

3.1 INTRODUÇÃO

O primeiro fitoterápico brasileiro foi obtido da espécie aromática *Varronia curassavica* (CALIXTO, 2005), conhecida popularmente como erva-baleeira, baleeira, camarinha e maria-milagrosa. Essa planta, coletada de populações nativas ou cultivadas, é utilizada para o uso na medicina tradicional, como pomadas cicatrizantes e antiinflamatórios. A espécie *V. curassavica* é um arbusto perene, muito ramoso, que cresce de 1,5 a 2,5 m de altura, com folhas aromáticas que, quando maceradas, exalam um cheiro forte proveniente do seu óleo essencial (MAGALHÃES, 2010). As atividades terapêuticas das pomadas elaboradas com óleo essencial de *V. curassavica* são atribuídas aos princípios ativos α -humuleno e (-)-trans-cariofileno (FERNANDES et al., 2007).

A composição dos óleos essenciais, assim como o teor, sofrem a influência de fatores genéticos, fisiológicos, edafoclimáticos e de manejo (FIGUEIREDO et al., 2008; GONG et al., 2014). Os compostos mais comuns presentes no óleo essencial extraídos por hidrodestilação de folhas frescas de *V. curassavica* são monoterpenos e sesquiterpenos: α -pineno (9,5-29,69%), β -pineno (13,1%) (-)-trans-cariofileno (12,4-25,4%), biciclogermacreno (11,3-13,8%) e *allo*-aromadendreno (9,99%) (DE CARVALHO et al, 2004; RODRIGUES et al., 2012; SANTOS et al., 2006).

Em relação ao princípio ativo α -humuleno, Michielin (2009) ressalta que os teores desse composto são fortemente dependentes da fonte da erva baleeira utilizada, da maturidade da planta, da região de colheita e com o processo de extração aplicado, afetando sua biodisponibilidade e, conseqüentemente, a ação dos preparados industriais. Montanari Junior (2011), pesquisando a variabilidade genética em uma população de *Varronia curassavica* Jacq., observou que a produção de óleo essencial e de α -humuleno está correlacionada com a produção de biomassa, indicando que a prática da seleção indireta facilitaria o processo. Dessa forma, os teores encontrados para o α -humuleno variam para cada estudo (1,6-4,8%) (DE CARVALHO et al, 2004; RODRIGUES et al., 2012; SANTOS et al., 2006; VAZ et al., 2006), valores que nem sempre atingem o teor mínimo de 2% (p/p) de α -humuleno para que o óleo tenha um padrão mínimo de qualidade para a indústria farmacêutica (MAGALHÃES, 2010).

O objetivo desta pesquisa foi determinar o teor e a composição química do óleo essencial das folhas frescas e secas de *V. curassavica* em diferentes

populações coletadas no inverno e verão em restingas do Estado de Santa Catarina (BR) e estudar a possibilidade de agrupamento químico das populações e a inter-relação da espécie com as condições edafoclimáticas.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Material vegetal

O material vegetal foi coletado em áreas de restinga do litoral norte e centro-norte do Estado de Santa Catarina. Foram pesquisadas 16 populações de *V. curassavica* ao longo de aproximadamente 77 km do litoral entre as latitudes 26°22'22.2"S e 26°51'52.4"S.

As populações foram identificadas com códigos conforme o município onde estão localizadas. No litoral norte foram estudadas populações dos municípios de São Francisco do Sul (populações SF1 e SF2), Balneário Barra do Sul (BS1, BS2, BS3 e BS4) e Barra Velha (BV1, BV2 e BV3), enquanto que no litoral centro-norte estudaram-se populações de Balneário Piçarras (PI1 e PI2), Penha (PE1, PE2 e PE3) e Navegantes (NA1 e NA2) (Tabela 3.1). A população SF1 do extremo norte e NA2 do extremo sul estão equidistantes em linha reta 55 km, aproximadamente.

Cada população foi composta por, no mínimo, 20 amostras, sendo que todas as amostras individuais foram selecionadas dentro de uma distância de 30 cm por unidade de trabalho e coletadas em único dia.

As condições climáticas no inverno (setembro/2013 e 2014) e verão (fevereiro/2014 e 2015) estão demonstradas na (Tabela 3.1). Para a caracterização química do solo foram coletadas amostras nas camadas de 0-20 cm de profundidade (Tabela 3.1).

3.2.2 Extração do óleo essencial

Os óleos essenciais foram extraídos por hidrodestilação com aparelho graduado Clevenger, durante 3 horas, utilizando-se 100 g de folhas frescas para 1 litro de água em três repetições. De maneira análoga, o segundo momento consistiu do uso de 50 g de folhas secas e repetidas as demais condições da primeira etapa. Após a extração, o óleo foi centrifugado a 5000 rpm durante 2 minutos e seu volume determinado com micropipetas de precisão (0-100 μL). As amostras do óleo essencial foram estocadas em freezer ($-20\text{ }^\circ\text{C}$) até o momento da análise química. Para calcular o teor de óleo em base seca, amostras de 20 g de folhas foram secas em secador a $65\text{ }^\circ\text{C}$, durante 18 h.

3.2.3 Análise química

A identificação dos constituintes químicos do óleo essencial foi realizada por cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM). Os óleos essenciais foram diluídos em hexano na proporção de 1% e 1,0 μL da solução foi injetada, com divisão de fluxo de 1:20 em um cromatógrafo em fase gasosa Agilent 6890 acoplado a detector seletivo de massas Agilent 5973N. O injetor foi mantido a $250\text{ }^\circ\text{C}$. A separação dos constituintes foi obtida em coluna capilar HP-5MS (5%-fenil-95%- dimetilpolissiloxano, 30 m x 0,25 mm x 0,25 μm) e utilizando hélio como gás carreador ($1,0\text{ mL min}^{-1}$). A temperatura do forno foi programada de 60 a $240\text{ }^\circ\text{C}$ a uma taxa de $3\text{ }^\circ\text{C min}^{-1}$. O detector de massas foi operado no modo ionização eletrônica (70 eV), a uma taxa de 3,15 varreduras min^{-1} e faixa de massas de 40 a 450 u. A linha de transferência foi mantida a $260\text{ }^\circ\text{C}$, a fonte de íons a $230\text{ }^\circ\text{C}$ e o analisador (quadrupolo) a $150\text{ }^\circ\text{C}$.

Para a quantificação, as amostras diluídas foram injetadas em cromatógrafo Agilent 7890A equipado com detector de ionização por chama (DIC), operado a $280\text{ }^\circ\text{C}$. Foram empregadas a mesma coluna e condições analíticas descritas acima, exceto pelo gás carreador usado, que foi o hidrogênio, a uma vazão de $1,5\text{ mL min}^{-1}$. A composição percentual foi obtida pela integração eletrônica do sinal do DIC pela divisão da área de cada componente pela área total (%). A identificação dos constituintes químicos foi obtida por comparação de seus espectros de massas com

aqueles das espectrotescas e também dos seus índices de retenção linear, calculados a partir da injeção de uma série homóloga de hidrocarbonetos (C7-C26).

Com a ressalva de que as análises químicas, para identificação e quantificação dos compostos químicos presentes, foram realizadas nos óleos extraídos das amostras de folhas frescas das coletas realizadas no inverno de 2013 e no verão de 2014. Justificado pelo plano de trabalho, devido à necessidade de cumprimento de prazos, foi necessário avaliar os resultados de pesquisas do primeiro ano para decidir pelos acessos de *V. curassavica* a serem testados em condições de cultivo. A opção de analisar somente óleos essenciais extraídos de folhas frescas, deve-se ao fato de que, na época as análises eram realizadas em parceria no Laboratório de Cromatografias Gasosa da Embrapa Agroindústria de Alimentos (Rio de Janeiro), portanto, a quantia de análises químicas dependia das demandas e do orçamento daquela instituição.

3.2.4 Análise estatística

A estatística do teor de óleo essencial foi executada através do delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 16 x 2 x 2 (16 populações x 2 estações x 2 tipos de amostras), com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey ($p < 0,01$) utilizando-se o programa ASSISTAT 7.7[©].

Para realizar a estatística do teor do princípio ativo α -humuleno, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 16 x 2 (16 populações x 2 estações), com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste Scott-Knott ($p < 0,05$) utilizando-se o programa ASSISTAT 7.7[©].

Os compostos químicos comuns para todas as localidades, em ambas as estações foram usados para determinar agrupamento das populações no verão e no inverno. Empregou-se o agrupamento hierárquico no software STATISTICA 10.0[©]. A análise foi realizada pelo método da distância euclidiana e para a classificação adotou-se o método de ligações simples (vizinho mais próximo). Para identificar as correlações lineares existentes entre os compostos analisados nas estações de inverno e verão, foi utilizada a análise de componentes principais (ACP). ACP foi

realizada no software STATISTICA 10.0[®] e CANOCO 4.1[®]. Essa análise foi realizada para determinar o grau de variação fitoquímica, empregando os 10 compostos comuns em todas as localidades e condições edafoclimáticas. O comportamento identificado foi correlacionado entre as componentes principais e os fatores edafoclimáticos (precipitação média (Pp), temperatura média (T), potencial hidrogeniônico (pH), alumínio (Al), fósforo (P), percentagem de saturação por bases (V), soma de bases (S) e matéria orgânica (MO) (conforte Tabela 3.1).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de óleos das folhas frescas variaram de 0,37% a 0,98% no verão e 0,28% a 1,00% no inverno. Observou-se que, no verão os teores de óleos das folhas frescas são maiores nas populações SF1, SF2, BS1, BS3, BS4, BV1, BV2, BV3, PI1, PI2, PE1, PE3, NA1 e NA2, variando entre 0,48% e 0,98% enquanto no inverno os maiores teores entre amostras frescas foram das populações SF1, SF2, BS2, BS3, BV1, BV2, PI2, PE2, PE3, NA1 e NA2, variando entre 0,50% e 1,00% (Tabela 3.2). Comparando os resultados com outros autores, a amplitude do teor de óleo varia entre 0,21% a 1,12% para amostras frescas (MECCIA et al., 2009; RODRIGUES et al., 2012).

A oscilação dos teores de óleos das folhas secas foi de 0,61% a 2,23% no verão e 0,34% a 1,33% no inverno. No verão, entre as amostras de folhas secas, as populações BS4, PI1 e PE3 apresentaram os maiores teores, variando entre 1,79% e 2,23% e no inverno SF1, SF2, BS1, BS2, PI2, PE2, PE3, NA1 e NA2 variando de 0,91% a 1,33% (Tabela 3.2). FEIJÓ et al. (2014) verificaram variações entre 0,6% a 1,36% para folhas secas. PE3 foi a única população que apresentou altos teores de óleo essencial nas amostras fresca e secas e em ambas as estações (Tabela 3.2).

Os resultados indicam que há um acréscimo no teor de óleo essencial no verão, quando comparada com o teor de óleo extraído no inverno, nas amostras frescas em 25,0% das populações, são elas: BS1, BS3, PI1 e PE1. Aumento também ocorreu nas folhas secas das áreas de coleta SF2, BS2, BS4, BV1, BV2, PI1, PI2, PE1, PE2, PE3, NA1 e NA2, correspondendo a 81,25% das populações (Tabela 3.2). Este incremento pode ser atribuído à incidência de maiores temperaturas no período. O teor de óleo essencial tende a se elevar com o aumento da temperatura, devido ao acréscimo no número de glândulas de óleo por unidade

de área foliar (TELCI et al., 2004). FEIJÓ et al. (2014) estudando o efeito da luz na produção de óleo essencial cita que o aumento no teor ocorre sob o maior índice de irradiância, sendo este associado à maior frequência de tricomas glandulares em *V. curassavica*.

TABELA 3.2 - TEOR DE ÓLEO ESSENCIAL (%) DE AMOSTRAS DE FOLHAS FRESCAS E SECAS DAS POPULAÇÕES DE *Varronia curassavica* DE RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL, COLETADAS NOS INVERNOS DE 2013 E 2014 E NOS VERÕES DE 2014 E 2015.

População	Inverno		Verão	
	Frescas	Secas	Frescas	Secas
SF 1	0,90* A ab**	1,00 A ab	0,80 A abc	1,12 A e
SF 2	0,67 B abcd	1,01 B ab	0,77 B abc	1,41 A bcde
BS 1	0,41 C bcd	0,94 B ab	0,60 BC abc	1,47 A bcde
BS 2	0,50 C abcd	0,96 B ab	0,43 C bc	1,42 A bcde
BS 3	0,58 B abcd	0,34 B c	0,98 A a	1,32 A cde
BS 4	0,41 B bcd	0,58 B bc	0,58 B abc	1,79 A abc
BV 1	0,72 B abcd	0,59 B bc	0,48 B abc	1,54 A bcde
BV 2	0,74 B abcd	0,80 B bc	0,61 B abc	1,55 A bcde
BV 3	0,40 A bcd	0,59 A bc	0,50 A abc	0,61 A f
PI 1	0,33 C cd	0,74 B bc	0,87 B abc	2,23 A a
PI 2	0,84 B abc	0,92 B ab	0,90 B ab	1,64 A bcd
PE 1	0,28 C d	0,77 B bc	0,63 BC abc	1,25 A de
PE 2	0,61 B abcd	0,71 B bc	0,37 B c	1,55 A bcde
PE 3	1,00 BC a	1,33 B a	0,85 C abc	1,91 A ab
NA 1	0,79 B abcd	0,91 B ab	0,98 B a	1,51 A bcde
NA 2	0,82 AB abc	0,72 B bc	0,66 B abc	1,13 A e
C.V. (%) = 17,6				

FONTE: O autor (2017).

LEGENDA: * Valores médios de dois anos expressos em %; ** As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

Constatou-se redução no teor de óleo essencial apenas em 2 populações (PE3 e NA2) ao ser comparado a extração de folhas frescas entre o inverno e o verão. (Tabela 3.2). Com base nesse aspecto, o aumento do teor está associado em parte à anatomia celular de armazenamento e estruturas secretoras, assim como, a menor perda por volatilização.

Ao comparar os resultados das extrações de amostras de folhas frescas e de folhas secas realizadas no verão verificou-se um incremento do teor de óleo essencial em 13 populações (SF2, BS1, BS2, BS4, BV1, BV2, PI1, PI2, PE1, PE2, PE3, NA1 e NA2). Essa mesma comparação quando realizada no inverno, resultou que nas amostras secas houve um incremento no teor de óleo essencial em 4

populações (BS1, BS2, PI1 e PE1) conforme a Tabela 3.2. Os resultados discutidos acima podem estar relacionados com a variabilidade genética, condições edafoclimáticas e fatores de pós-colheita, tais como perda por volatilização devido à exposição solar, à alta temperatura e variações na umidade relativa do ar.

Foram identificados 41 compostos químicos no verão (2013) e 40 no inverno (2014) (Tabela 3.3). Os compostos foram agrupados em 4 classes químicas em cada estação estudada. No verão, as classes correspondem à monoterpenos hidrocarbonetos (16,6-54,5%), monoterpenos oxigenados (0,4-1,8%), sesquiterpenos hidrocarbonetos (35,7-68,0%) e sesquiterpenos oxigenados (1,3-44,0%). No inverno, observam-se os monoterpenos hidrocarbonetos (11,3-49,8%), monoterpenos oxigenados (0,4-1,0%), sesquiterpenos hidrocarbonetos (40,1-79,3%) e sesquiterpenos oxigenados (1,4-10,4%). Verificou-se uma redução em monoterpenos hidrocarbonetos (2,6-8,6%), monoterpenos oxigenados (44,4%), sesquiterpenos oxigenados (76,4%) no inverno. Este resultado é corroborado por estudos anteriores mostrando que monoterpenos hidrocarbonetos, monoterpenos oxigenados (KHALID; EL-GOHARY, 2014) e sesquiterpenos oxigenados (GAZIN et al., 2010) tendem a diminuir no inverno.

TABELA 3.3 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE AMOSTRAS DE FOLHAS FRESCAS DE POPULAÇÕES NATIVAS DE *Varronia curassavica* COLETADAS NAS RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL, NO INVERNO DE 2013 E VERÃO DE 2014.

(continua)

Composto químico	Kl ^{cat}																
	Kl ^{lit}	SF1	SF2	BS1	BS2	BS3	BS4	BV1	BV2	BV3	PI1	PI2	PE1	PE2	PE3	NA1	NA2
α -tujeno	0925	12,4*	7,5	35,3	9,1	1,7	11,7	12,5	17,4	3,1	13,7	6,5	1,6	4,4	1,7	9,7	5,5
	0924	6,0#	10,6	9,1	4,5	3,9	6,0	2,7	20,8	8,2	10,4	3,4	1,3	2,2	0,7	5,9	5,0
α -pineno	0932	12,5 ¹	37,9	4,1	24,5	45,6	29,1	25,7	10,7	13,0	16,4	26,9	12,2	34,7	34,4	30,2	20,6
	0932	17,0	34,6	12,8	29,6	15,6	25,0	7,7	24,9	19,9	10,0	19,9	11,3	26,3	42,5	19,1	20,2
canfeno	0945	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0946	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
sabineno	0969	1,5	1,4	5,1	1,4	1,0	1,9	1,9	2,4	1,0	2,2	1,3	0,6	1,7	0,8	2,5	0,9
	0969	0,7	1,5	1,7	1,1	0,7	1,2	0,4	2,5	1,2	1,6	0,7	0,8	1,0	0,6	1,3	1,0
β -pineno	0974	-	-	-	0,5	4,2	1,6	4,0	-	5,7	-	3,5	1,4	7,6	2,5	4,5	-
	0974	-	-	-	-	0,8	2,3	-	-	1,1	-	3,0	2,3	5,0	2,8	2,8	0,9
mirreno	0989	0,5	0,5	0,9	0,4	0,9	0,6	0,7	0,5	0,7	0,5	0,7	0,4	1,5	0,7	0,9	1,0
	0988	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,8	0,6	0,6	0,6
α -terpineno	1014	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
limoneno	1028	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-
	1024	4,0	0,4	0,2	1,1	0,6	0,4	-	-	-	-	-	0,7	-	-	0,4	0,6
β -felandreno	1026	-	0,7	0,5	0,5	1,1	0,5	0,4	-	0,5	0,5	0,7	0,4	1,2	1,0	0,7	0,5
	1025	0,5	0,7	-	0,9	0,5	0,6	-	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,1	1,0	-	0,6
γ -terpineno	1055	0,6	-	0,9	-	-	0,4	0,6	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
	1054	-	0,4	-	0,7	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-
Monoterpeno		27,5	48,0	48,3	36,4	54,5	45,8	45,8	31,5	24,0	33,3	39,6	16,6	51,1	41,1	49,3	28,5
hidrocarboneto		28,7	48,7	24,0	38,3	22,6	36,1	11,3	49,8	31,3	22,9	28,1	17,3	35,5	48,2	30,1	28,9
terpinen-4-ol	1174	1,3	-	1,8	1,0	-	0,9	1,2	1,0	-	0,5	0,4	-	-	-	0,7	-
	1177	0,6	0,5	-	0,4	-	0,5	-	1,0	0,5	0,4	-	-	-	-	0,5	0,4
Monoterpeno oxigenado		1,3	0,0	1,8	1,0	0,0	0,9	1,2	1,0	0,0	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0
		0,6	0,5	0,0	0,4	0,0	0,5	0,0	1,0	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4
α -cubebeno	1346	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,2	-	-	-	6,4	-
	1345	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,1	-	-	-	4,1	-
α -copaeno	1370	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	0,6	1,0	-
	1374	-	0,4	0,2	0,5	0,4	-	-	0,6	0,4	-	-	-	0,4	0,5	0,6	0,5

TABELA 3.3 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE AMOSTRAS DE FOLHAS FRESCAS DE POPULAÇÕES NATIVAS DE *Varronia curassavica* COLETADAS NAS RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL, NO INVERNO DE 2013 E VERÃO DE 2014.

Constituinte	IK ^{cal} IK ^{lit}	(continuação)															
		SF1 ¹	SF2	BS1	BS2	BS3	BS4	BV1	BV2	BV3	PI1	PI2	PE1	PE2	PE3	NA1	NA2
β-bourboneno	1382	-*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-
β-cubebeno	1387	-#	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-
β-elemeno	1387	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	-	-	-	1,8	-
α-gurjuneno	1387	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	0,9	-
E-cariofileno	1387	-	1,9	3,0	1,5	1,6	2,3	0,5	-	-	-	1,0	-	3,2	1,5	1,0	-
α-trans-bergamoteno	1389	-	3,0	1,1	2,6	0,4	1,7	-	2,3	-	-	-	-	0,3	0,7	0,7	-
α-humuleno	1406	0,4 ²	-	0,4	0,6	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	0,6	-
allo-aromadendreno	1409	0,5	-	0,2	0,4	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	0,4	-
γ-muuroleno	1416	4,4	5,3	4,8	9,1	6,5	6,1	3,5	1,5	3,0	7,6	7,9	8,5	8,4	8,5	5,7	6,1
arcurumeno	1417	9,8	8,4	21,6	19,9	6,7	13,2	2,9	8,3	15,3	20,9	19,9	4,1	25,4	18,3	7,6	10,7
germacreno D	1433	1,7	0,5	-	0,6	-	0,6	0,7	1,4	2,0	1,6	-	-	-	-	-	1,8
α-zingibereno	1432	1,1	0,9	0,2	0,7	1,4	0,7	1,8	0,7	0,4	1,1	0,4	1,7	-	-	0,5	1,2
α-muuroleno	1450	1,0	1,2	1,2	1,8	1,7	2,0	1,0	0,3	0,6	0,9	2,1	1,8	1,1	3,2	1,0	2,0
germacreno A	1452	2,6	1,9	6,8	4,0	1,8	4,0	0,7	2,1	4,3	5,2	4,4	1,0	2,8	6,3	1,7	3,2
β-bisaboleno	1458	1,3	14,0	22,7	15,5	21,1	10,8	17,0	11,0	0,6	0,7	10,8	15,8	19,2	12,4	10,8	1,0
α-zingibereno	1458	1,3	22,5	25,0	14,4	2,6	7,2	0,5	19,4	17,0	1,8	10,2	0,5	18,1	15,4	4,6	1,2
α-muuroleno	1474	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
arcurumeno	1478	0,9	1,1	0,2	1,4	0,4	0,6	0,4	2,5	1,4	-	1,6	-	0,2	0,8	0,5	-
germacreno D	1481	7,2	2,0	-	2,9	-	3,0	2,6	5,3	6,0	4,4	1,1	-	0,5	-	-	-
α-zingibereno	1479	4,8	0,6	-	0,9	4,9	2,7	5,6	1,1	1,6	3,5	0,9	6,5	0,5	0,5	1,9	5,9
α-muuroleno	1489	-	1,0	1,2	1,0	1,7	0,8	0,8	1,0	0,8	1,7	2,2	2,8	1,3	1,0	1,3	9,4
germacreno A	1484	1,6	-	0,3	1,9	-	1,0	-	5,1	3,1	-	2,3	-	-	1,6	-	-
β-bisaboleno	1494	24,7	10,1	3,8	6,3	3,5	8,0	10,9	22,3	35,6	28,2	5,5	2,0	5,0	2,7	2,2	23,3
α-zingibereno	1493	20,0	3,2	17,5	2,9	32,0	13,6	44,4	5,5	8,5	24,1	5,5	38,3	3,6	0,8	9,5	24,2
α-muuroleno	1493	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	0,7	0,8	-
germacreno A	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β-bisaboleno	1497	-	1,3	1,8	-	0,9	1,3	-	-	-	-	0,4	5,3	1,9	0,7	0,5	-
α-zingibereno	1502	-	-	(0,5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β-bisaboleno	1506	3,7	1,1	-	1,7	-	1,4	1,2	2,5	3,6	2,8	0,6	-	-	-	-	3,3
α-zingibereno	1505	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,9	-	-	-	-

TABELA 3.3 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE AMOSTRAS DE FOLHAS FRESCAS DE POPULAÇÕES NATIVAS DE *Varronia curassavica* COLETADAS NAS RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL, NO INVERNO DE 2013 E VERÃO DE 2014.

Composto químico	IK ^{cal}		(continuação)														
	IK ^{lit}	SF1 ¹	SF2	BS1	BS2	BS3	BS4	BV1	BV2	BV3	PI1	PI2	PE1	PE2	PE3	NA1	NA2
γ-cadineno	1509	0,4	0,5	0,4	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	2,3	1,3	-
	1513	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-
β-sesquifelandreno	1520	12,5*	4,9	1,1	4,3	0,8	4,7	5,5	10,8	15,8	12,4	3,3	2,1	2,1	2,1	2,0	13,3
	1521	12,3#	12,3	1,1	2,4	17,9	7,8	23,0	3,8	5,3	13,0	3,8	20,8	11,1	1,2	7,1	15,5
Sesquiterpeno		57,3	43,8	40,8	46,1	37,8	41,0	43,7	56,1	68,0	60,3	43,3	39,4	42,7	35,7	36,8	60,2
hidrocarboneto		54,9	49,4	73,0	52,0	68,5	52,5	79,3	49,1	59,6	70,0	56,4	76,8	62,4	46,7	40,1	62,4
<i>E</i> -nerolidol	1562	0,5 ²	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,4	-	20,9	-	-	-	-
1561	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	-	-	-	-	-	-	-
espatulenol	1569	0,5	2,0	2,7	2,6	2,4	1,6	3,4	1,9	2,6	0,5	1,7	0,4	2,2	5,2	1,2	1,4
1575	1,0	1,0	0,2	0,2	1,1	1,0	0,6	1,1	1,0	1,0	0,5	0,5	1,3	1,6	0,9	0,9	0,9
ar-turmerol	1580	0,8	1,2	-	-	-	1,2	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	1,5
1582	0,9	-	-	1,2	1,1	0,5	1,1	2,0	1,0	1,0	1,2	0,8	-	0,1	1,3	0,9	0,6
óxido de cariofileno	1575	0,9	-	1,0	2,1	0,8	0,6	-	1,4	0,6	-	1,0	3,9	0,8	2,1	0,7	1,2
1582	-	-	-	-	-	-	-	3,0	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-
1592	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1590	-	-	-	-	-	-	-	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	-	0,9	-	1,5	0,9	1,1	0,7	1,3	0,8	-	-	1,0	-	1,1	1,4	1,0	-
1602	-	-	-	0,3	0,7	-	-	-	0,8	0,9	-	0,8	-	0,2	0,7	1,3	-
1626	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	2,0	0,6	-	0,6	0,4	0,6
1627	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	4,8	0,4	-	-	4,9	-
1639	0,6	0,5	0,5	0,7	-	0,6	0,4	0,5	0,7	0,6	0,4	0,4	-	0,5	0,7	0,6	0,8
1638	0,8	-	-	0,8	0,4	0,5	-	-	0,2	0,7	-	-	-	0,1	-	0,9	0,6
1644	-	-	-	-	-	-	0,4	-	0,5	0,4	-	0,4	18,2	0,5	0,4	-	-
1644	0,8	-	-	0,5	0,9	0,9	0,8	0,4	0,1	0,6	-	0,4	-	0,1	0,6	1,0	0,8
1652	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	0,5	1,1	0,4	-
1652	0,5	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-
Sesquiterpeno		3,7	4,6	5,9	5,6	5,4	4,9	5,2	5,3	5,6	1,3	6,5	44,0	5,6	11,5	4,3	5,5
oxigenado		4,0	1,4	3,0	4,2	2,9	2,5	9,4	2,1	2,1	1,7	7,3	1,7	2,1	3,5	10,4	2,9

TABELA 3.3 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE AMOSTRAS DE FOLHAS FRESCAS DE POPULAÇÕES NATIVAS DE *Varronia curassavica* COLETADAS NAS RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL, NO INVERNO DE 2013 E VERÃO DE 2014.

Composto químico	IK ^{cal} IK ^{lit}	(conclusão)															
		SF1 ¹	SF2	BS1	BS2	BS3	BS4	BV1	BV2	BV3	PI1	PI2	PE1	PE2	PE3	NA1	NA2
acetato de bornila	1287	-	0,4 ²	-	0,5*	0,8	0,6	0,7	-	0,7	-	0,6	-	0,0	0,8	0,7	-
acetato de citronila	1550	-	-	0,6	-	0,6	-	0,5	-	-	-	0,5	-	0,6	0,5	0,5	-
Outros		0,0	0,4	0,6	0,5	1,4	0,6	1,2	0,0	0,7	0,5	1,1	0,0	0,6	1,3	1,2	0,0
		0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	1,1	0,9	0,8
Total identificado		89,8	96,8	97,4	89,6	99,1	93,2	97,1	93,9	98,3	95,9	90,9	100,0	100,0	89,6	92,3	94,2
		88,2	100,0	100,0	95,3	94,4	92,1	100,0	100,0	96,2	95,4	91,8	95,8	100,0	99,5	82,0	95,4

FONTE: O autor (2017).

LEGENDA: ¹ Populações: SF1, São Francisco do Sul; SF2, São Francisco do Sul; BS1, Balneário Barra do Sul; BS2, Balneário Barra do Sul; BS3, Balneário Barra do Sul; BS4, Balneário Barra do Sul; BV1, Barra Velha; BV2, Barra Velha; BV3, Barra Velha; BV3, Barra Velha; PI1, Balneário Pícaras; PI2, Balneário Pícaras; PE1, Penha; PE2, Penha; PE3, Penha; NA1, Navegantes; NA2, Navegantes. * Estação de verão. # Estação de inverno. %² Teores expressos em %. - teor menor que 0,1%.

Os compostos majoritários, com concentração igual ou superior a 10%, α -pineno, α -zingibereno, α -tujeno, (*E*)-cariofileno, *allo*-aromadendreno, β -sesquifelandreno, (*E*)-nerolidol e α -muurolol variaram do seguinte modo nas estações do ano e nas populações:

- a) α -pineno (10,7-45,6%) no verão, nas populações SF1, SF2, BS2, BS3, BS4, BV1, BV2, BV3, PI1, PI2, PE1, PE2, PE3, NA1, NA2, e no inverno (10,0-42,5%) nas populações SF1, SF2, BS1, BS2, BS3, BS4, BV2, BV3, PI1, PI2, PE1, PE2, PE3, NA1 e NA2.
- b) α -zingibereno (10,1-35,6%) no verão, nas populações SF1, SF2, BV1, BV2, BV3, PI1, NA2, e no inverno (13,6-44,0%) nas populações SF1, BS1, BS3, BS4, BV1, PI1, PE1 e NA2.
- c) α -tujeno (12,4-35,3) no verão, nas populações SF1, BS1, BS4, BV1, BV2, PI1, e no inverno (10,4-20,8%) nas populações SF2, BV2 e PI1.
- d) (*E*)-cariofileno (10,7-25,4%) no inverno, nas populações BS1, BS2, BS4, BV3, PI1, PI2, PE2, PE3 e NA2.
- e) *allo*-aromadendreno (10,8-22,7%) no verão, nas populações SF2, BS1, BS2, BS3, BS4, BV1, BV2, PI2, PE1, PE2, NA1, e no inverno (10,2-25,0%) nas populações SF2, BS1, BS2, BV2, BV3, PI2, PE2 e PE3.
- f) β -sesquifelandreno (10,8-15,8%) no verão, nas populações SF1, BV2, BV3, PI1, NA2, e no inverno (11,1-23,0%) nas populações SF1, SF2, BS3, BV1, PI1, PE1, PE2, NA2.
- g) (*E*)-nerolidol (20,9%) no verão, nas população PE1.
- h) α -muurolol (18,2%) no verão, nas população PE1.

BS1 foi a população que apresentou o maior teor de α -humuleno (6,8%). Com exceção das populações BV1 e PE1, as populações apresentaram maior teor de α -humuleno no inverno (Tabela 3.4).

TABELA 3.4 – TEOR DE α -HUMULENO (%) DE AMOSTRAS DE FOLHAS FRESCAS DAS POPULAÇÕES NATIVAS DE *Varronia curassavica* COLETADAS NAS RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL.

População	Verão ¹	Inverno
SF1	0,96 Bh ²	2,57 Ah
SF2	1,17 Bf	1,90 Aj
BS1	1,17 Bf	6,82 Aa
BS2	1,77 Bd	3,95 Ae
BS3	1,73 Be	1,84 Aj
BS4	1,99 Bc	4,03 Ae
BV1	1,04 Ag	0,67 Bn
BV2	0,34 Bj	2,13 Ai
BV3	0,56 Bi	4,34 Ad
PI1	0,92 Bh	5,24 Ac
PI2	2,05 Bb	4,39 Ad
PE1	1,80 Ad	1,00 Bm
PE2	1,07 Bg	2,75 Ag
PE3	3,16 Ba	6,26Ab
NA1	1,03 Bg	1,70 Al
NA2	2,04 Bb	3,20 Af

C.V. (%) = 0,6

FONTE: O autor (2017).

LEGENDA: ¹ Valores de teor de α -humuleno expressos em %; ² As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

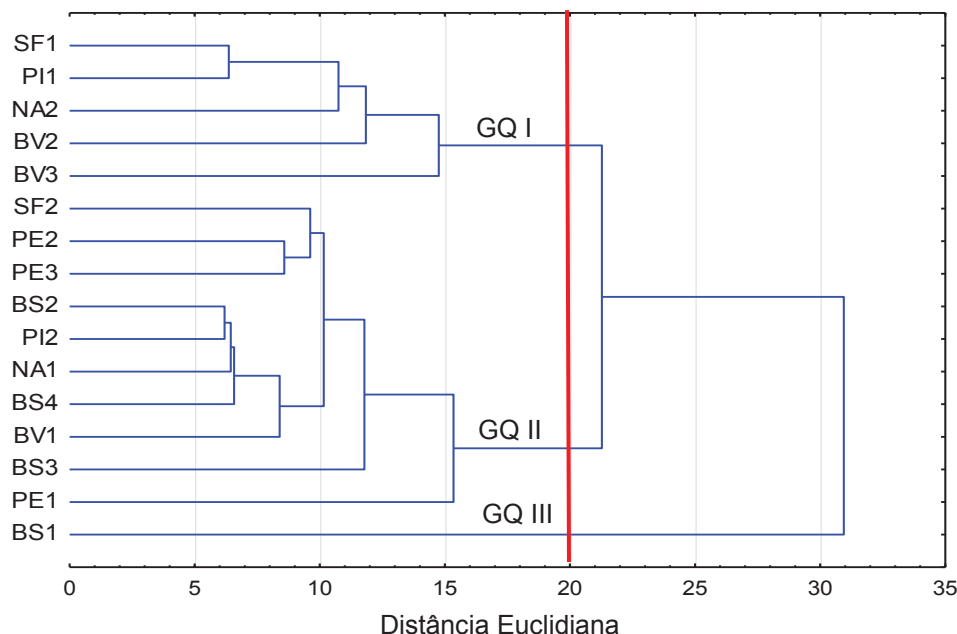
Os compostos α -tujeno, α -pineno, sabineno, α -humuleno, (*E*)-cariofileno, espatulenol, mirceno, *allo*-aromadendreno, β -sesquifelandreno e α -zingibereno foram identificados em todas as populações e em ambas as estações (Tabela 3.3). Verifica-se que a maioria dos compostos químicos encontrados no óleo essencial de *V. curassavica* é proveniente da rota biossintética dos terpenos.

Para classificar pela similaridade química as populações de *V. curassavica* estudadas foram realizadas análises de agrupamentos hierárquicos usando os compostos químicos comuns em todas as localidades e estações de verão e inverno.

As diferenças químicas dos óleos essenciais das amostras analisadas de diferentes populações (SF1, SF2, BS1, BS2, BS3, BS4, BV1, BV2, BV3, PI1, PI2, PE1, PE2, PE3, NA1 e NA2) em duas estações (verão e inverno) foram observadas nos resultados das Análises Hierárquica de Cluster (AHC) e nas Análises de Componentes Principais (ACP) (Figuras 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4, respectivamente). As análises mostraram uma separação dos óleos essenciais extraídos de diferentes populações em diferentes Grupos Químicos (GQ). Os GQ se diferenciam entre si pelo teor dos compostos comuns.

Na estação de verão foram encontrados 3 GQ, utilizando a distância euclidiana 20, como medida de dissimilaridade (Figura 3.1).

FIGURA 3.1 – ANÁLISE HIERARQUICA DE CLUSTER (AHC) DOS COMPOSTOS QUÍMICOS COMUNS IDENTIFICADOS NOS ÓLEOS ESSENCIAIS OBTIDOS DE 16 POPULAÇÕES NATIVAS DE *Varronia curassavica* COLETADAS NAS RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL, DURANTE O VERÃO, MOSTRANDO A DIVISÃO EM TRÊS GRUPOS QUÍMICOS (GQ I, II e III).



FONTE: O autor (2017).

LEGENDA – SF1: São Francisco do Sul; SF2: São Francisco do Sul; BS1: Balneário Barra do Sul; BS2: Balneário Barra do Sul; BS3: Balneário Barra do Sul; BS4: Balneário Barra do Sul; BV1: Barra Velha; BV2: Barra Velha; BV3: Barra Velha; PI1: Balneário Piçarras; PI2: Balneário Piçarras; PE1: Penha; PE2: Penha; PE3: Penha; NA1: Navegantes; e NA2: Navegantes.

O GQ I é formado pelas populações SF1, PI1, NA2, BV2 e BV3, que são caracterizadas pela concentração de *allo*-aromadendreno (1,0-11,0%), (*E*)-cariofileno (1,5-7,6%), espatulenol (0,5-2,6%), mirceno (0,5-1,0%), sabineno (0,5-1,5%), α -humuleno (0,3-2,0%), α -pineno (10,7-20,6%), α -tujeno (3,1-17,4%), α -zingibereno (22,3-35,7%) e β -sesquifelandreno (10,7-15,8%) (Figura 3.1).

O GQ II é composto pelas populações SF2, PE2, PE3, BS2, PI2, NA1, BS4, BV1, BS3 e PE1, cujos compostos químicos são: *allo*-aromadendreno (0,7-21,1%), (*E*)-cariofileno (3,5-9,1%), espatulenol (0,4-5,2%), mirceno (0,4-1,5%), sabineno (0,6-2,5%), α -humuleno (0,9-3,2%), α -pineno (12,2-45,6%), α -tujeno (1,7-13,7%), α -zingibereno (2,0-28,2%) e β -sesquifelandreno (0,8-12,3%) (Figura 3.1).

O GQ III compreende somente a população BS1 cuja distinção é a concentração de *allo*-aromadendreno (22,7%), (*E*)-cariofileno (4,8%), espatulenol (2,7%), mirceno (0,9%), sabineno (5,1%), α -humuleno (1,2%) α -pineno (4,1%), α -tujeno (35,3%), α -zingibereno (3,8%) e β -sesquifelandreno (1,1%) (Figura 3.1).

Na estação de inverno foram encontrados 8 GQ, utilizando a distância euclidiana 12, como medida de dissimilaridade (Figura 3.2).

O GQ I, composto pelas populações SF1, BS3, BV1, PE1 e NA2, e cujos compostos químicos comuns na estação são: *allo*-aromadendreno (0,5-2,6%), (*E*)-cariofileno (2,9-10,4%), espatulenol (0,9-1,3%), mirceno (0,5-0,6%), sabineno (0,4-0,8%), α -humuleno (0,7-3,2%), α -pineno (7,7-20,2%), α -tujeno (1,3-5,0%), α -zingibereno (20,0-44,4%) e β -sesquifelandreno (12,3-23,0%).

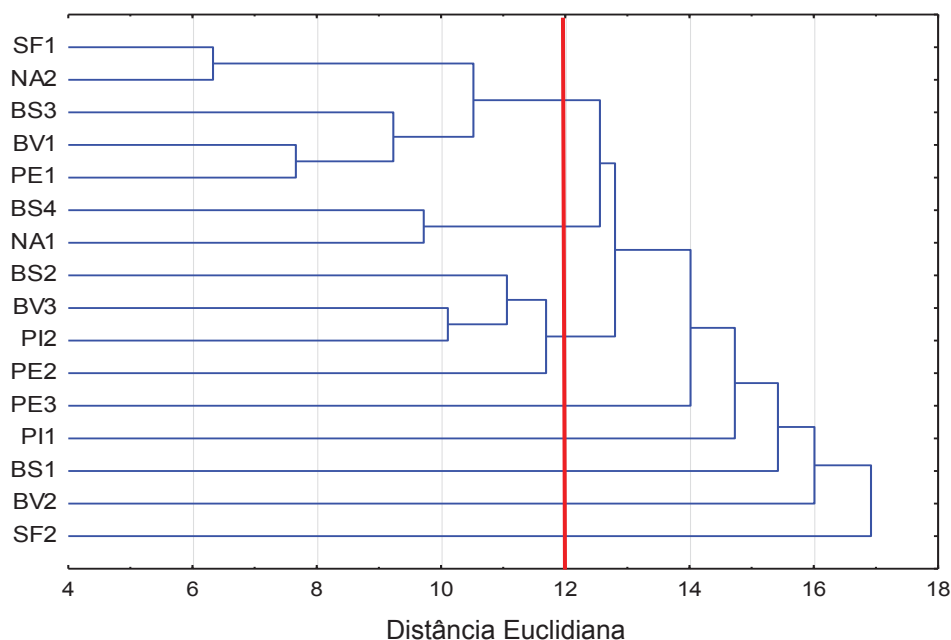
O GQ II compreende as populações BS4 e NA1 caracterizadas pelas concentrações de *allo*-aromadendreno (4,6-7,2%), (*E*)-cariofileno (7,6-13,2%), espatulenol (0,6-0,9%), mirceno (0,6%), sabineno (1,2-1,3%), α -humuleno (1,7-4,0%), α -pineno (19,1-25,0%), α -tujeno (5,9-6,0%), α -zingibereno (9,5-13,6%) e β -sesquifelandreno (7,1-7,8%).

O GQ III abrange as populações BS2, BV3, PI2 e PE2 constituídas pelas concentrações de *allo*-aromadendreno (10,2-18,1%), (*E*)-cariofileno (15,3-25,4%), espatulenol (0,5-1,6%), mirceno (0,4-0,8%), sabineno (0,7-1,2%), α -humuleno (2,8-4,4%), α -pineno (19,9-29,6%), α -tujeno (2,2-8,2%), α -zingibereno (2,9-8,5%) e β -sesquifelandreno (2,4-11,0%).

Os demais grupos na estação de inverno compreendem somente uma população: PE3 (GQ IV); PI1 (GQ V); BS1 (GQ VI); BV2 (GQ VII); e SF2 (GQ VIII). As concentrações químicas do óleo que caracterizam estas populações são: *allo*-aromadendreno (15,4; 1,8; 25,0; 19,4; e 22,5%), (*E*)-cariofileno (18,3; 20,9; 21,6; 8,3; e 8,4%), espatulenol (0,9; 0,5; 1,2; 1,0; e 1,0%), mirceno (0,6; 0,4; 0,5; 0,5; e 0,5%), sabineno (0,6; 1,6; 1,7; 2,5; e 1,5%), α -humuleno (6,3; 5,2; 6,8; 2,1; e 1,9%), α -pineno (42,5; 10,0; 12,8; 24,9; e 34,6%), α -tujeno (0,7; 10,4; 9,1; 20,8; e 10,6%), α -

zingibereno (0,8; 24,1; 16,2; 5,5; e 3,2%) e β -sesquifelandreno (1,2; 13,0; 1,1; 3,8; e 12,3%), respectivamente para cada população.

FIGURA 3.2 – ANÁLISE HIERARQUICA DE CLUSTER (AHC) DOS COMPOSTOS QUÍMICOS COMUNS IDENTIFICADOS NOS ÓLEOS ESSENCIAIS OBTIDOS DE 16 POPULAÇÕES NATIVAS DE *Varronia curassavica* COLETADAS NAS RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL, DURANTE O INVERNO, MOSTRANDO A DIVISÃO EM TRÊS GRUPOS QUÍMICOS (GQ I, II e III).



FONTE: O autor (2017).

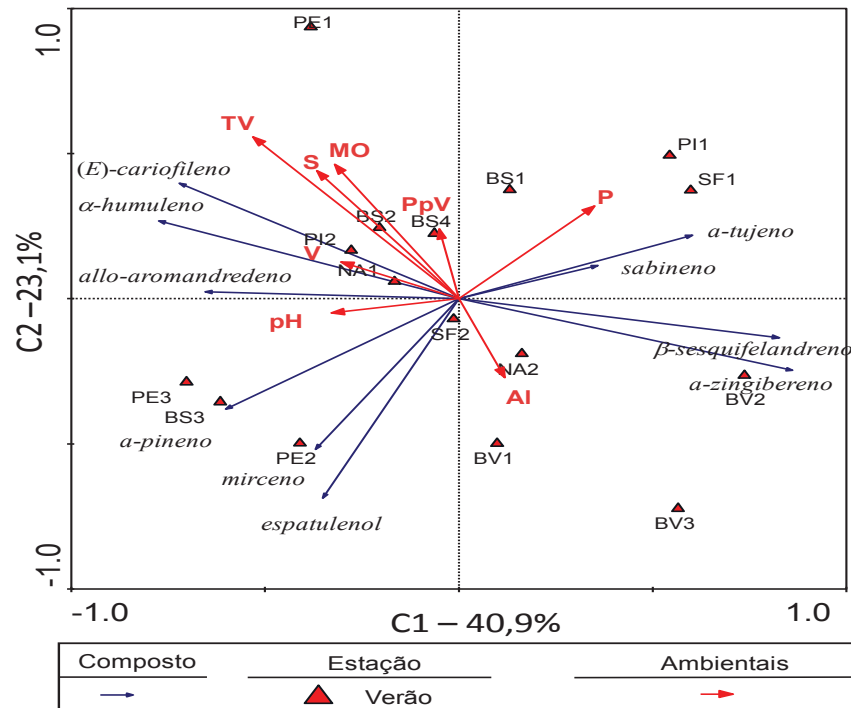
LEGENDA – SF1: São Francisco do Sul; SF2: São Francisco do Sul; BS1: Balneário Barra do Sul; BS2: Balneário Barra do Sul; BS3: Balneário Barra do Sul; BS4: Balneário Barra do Sul; BV1: Barra Velha; BV2: Barra Velha; BV3: Barra Velha; PI1: Balneário Piçarras; PI2: Balneário Piçarras; PE1: Penha; PE2: Penha; PE3: Penha; NA1: Navegantes; e NA2: Navegantes.

Dados da literatura têm indicado β -cariofileno (25,4%), biciclogermacreno (11,3%), δ -cadineno (9,0%) e α -pineno (9,5%) (RODRIGUES et al., 2012); triciclono (23,9%), biciclogermacreno (11,7%), germacreno D (9,9%) e β -cariofileno (8,2%) (MECCIA et al., 2009); α -pineno (20,5%), β -pineno (13,1%), (*E*)-cariofileno (12,4%) e biciclogermacreno (13,8%) (SANTOS et al., 2006); e α -pineno (29,69%) e (-)-trans-cariofileno (25,7%) (DE CARVALHO et al., 2004) como compostos majoritários do óleo de *V. curassavica*.

A ACP gerou oito componentes principais (CP) no verão, destas, duas explicam 64% da variância acumulada dos dados de composição química dos óleos essenciais de folhas frescas. Do mesmo modo, no inverno, ACP também gerou oito componentes principais, sendo que duas destas explicam 64,7% da variância acumulada (Figura 3.3 e Figura 3.4). Estes percentuais estão abaixo do valor (95%)

encontrado por SCHINDLER (2015) ao pesquisar óleo essencial de *Piper gaudichaudianum* de uma população nativa.

FIGURA 3.3 – ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP) DOS COMPOSTOS QUÍMICOS COMUNS IDENTIFICADOS NOS ÓLEOS ESSENCIAIS OBTIDOS DE 16 POPULAÇÕES NATIVAS DE *Varronia curassavica* COLETADAS NAS RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL, DURANTE O VERÃO.

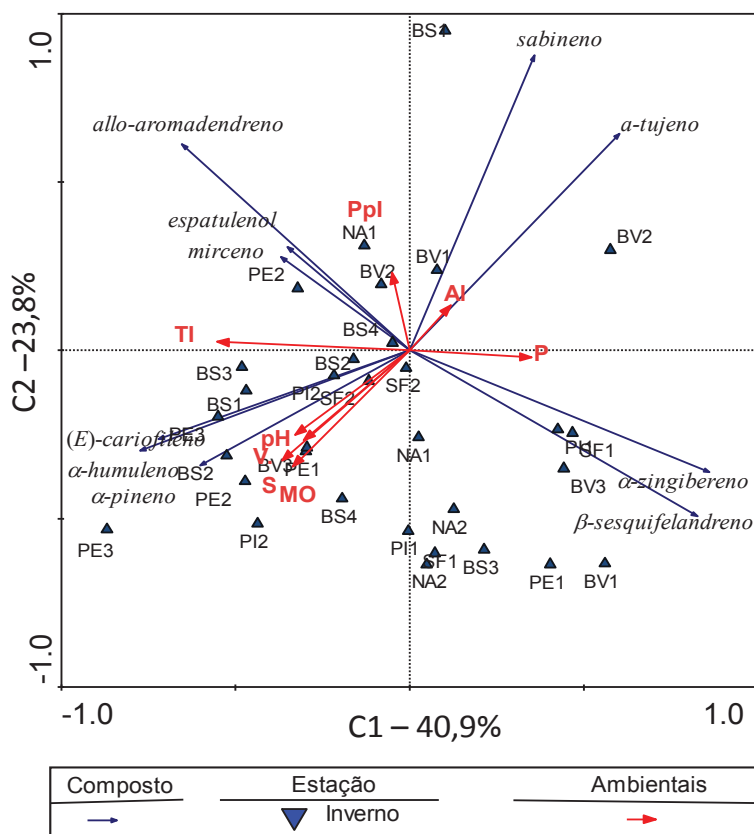


FONTE: O autor (2017).

LEGENDA – Objetos: SF1: São Francisco do Sul; SF2: São Francisco do Sul; BS1: Balneário Barra do Sul; BS2: Balneário Barra do Sul; BS3: Balneário Barra do Sul; BS4: Balneário Barra do Sul; BV1: Barra Velha; BV2: Barra Velha; BV3: Barra Velha; PI1: Balneário Piçarras; PI2: Balneário Piçarras; PE1: Penha; PE2: Penha; PE3: Penha; NA1: Navegantes; e NA2: Navegantes. Descritores: pH: Potencial hidrogeniônico; P: Fósforo; MO: Matéria orgânica; Al: Alumínio; V: Percentagem de saturação de bases; S: Saturação de bases; TV: Temperatura média do verão; PpV: Precipitação média do verão.

Na estação do verão, associado a CP1 e explicando 40,9% da variação dos dados, os compostos *β*-sesquifelandreno, *α*-zingibereno e *α*-tujeno estão associados ao GQ I, e são inversamente aos compostos *(E)*-cariofileno, *α*-humuleno e *allo*-aromadendreno associados ao GQ II. De acordo com a ACP, a presença de tais compostos em GQ II está relacionada com as variáveis edafoclimáticas TV, S, Mo, pH, V e PpV. O GQ I e o GQ III estão relacionados com as variáveis P e Al (Figura 3.3).

FIGURA 3.4 – ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP) DOS COMPOSTOS QUÍMICOS COMUNS IDENTIFICADOS NOS ÓLEOS ESSENCIAIS OBTIDOS DE 16 POPULAÇÕES NATIVAS DE *Varronia curassavica* COLETADAS NAS RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL, DURANTE O INVERNO.



FONTE: O autor (2017).

LEGENDA – Objetos: SF1: São Francisco do Sul; SF2: São Francisco do Sul; BS1: Balneário Barra do Sul; BS2: Balneário Barra do Sul; BS3: Balneário Barra do Sul; BS4: Balneário Barra do Sul; BV1: Barra Velha; BV2: Barra Velha; BV3: Barra Velha; PI1: Balneário Piçarras; PI2: Balneário Piçarras; PE1: Penha; PE2: Penha; PE3: Penha; NA1: Navegantes; e NA2: Navegantes. Descritores: pH: Potencial hidrogeniônico; P: Fósforo; MO: Matéria orgânica; Al: Alumínio; V: Percentagem de saturação de bases; S: Saturação de bases; TI: Temperatura média do inverno; Ppl: Precipitação média do inverno.

A CP2 explica 23,1% da variação dos compostos, α -pineno, mirceno e espatulenol associada aos solos com menor concentração de P (Figura 3.3).

A TI e a concentração de P na época de inverno são correlacionadas com a CP1 que explica 40,9% da variação, sendo que a temperatura influencia no aumento de *allo-aromadendreno* e o P no aumento de β -sesquifelandreno e α -zingibereno. Populações de áreas com maior pH, MO, S e V correlacionam positivamente com (*E*)-cariofileno, α -humuleno e α -pineno, e negativamente à α -tujeno e sabineno, explicando 23,8% da variação da CP2 (Figura 3.4).

Hernández et al. (2014) comparando a variação temporal da composição química e atividade antimicrobiana de óleo essencial de *V. curassavica* em duas

estações do ano (seca e chuvosa) em San Rafael-Coxcatlán, Puebla, no México, verificou a presença de 17 compostos (95,43%) cujos majoritários foram germacreno (24,41%), 1,7,7-trimetiltríciclo (2,60%), heptano (18,83%) e α -pineno (10,52%) na estação chuvosa. Para os mesmos autores a estação seca apresentou 12 compostos (81,98%) com o predomínio de 1,7,7-trimetiltríciclo (2,60%), heptano (20,30%), germacreno (16,29%) e isocariofileno (12,40%).

As distribuições geográficas das populações influenciaram nos compostos químicos do óleo essencial na espécie. Diferenças de constituintes químicos podem ser justificadas devido à regulação da expressão gênica de enzimas envolvidas na rota biossintética dos terpenos. Adicionalmente, as condições edafoclimáticas contribuíram para a caracterização química do óleo essencial. Em ambas as estações foram mantidas correlações entre precipitação (PpV e Ppl) e *allo*-aromadendreno; pH e α -pineno; V e (*E*)-cariofileno e α -humuleno; MO e (*E*)-cariofileno e α -humuleno; S e (*E*)-cariofileno e α -humuleno; temperatura (TV e TI) e *allo*-aromadendreno. Entre as duas estações houve variação entre as seguintes correlações: P e α -tugeno, sabineno, α -zingibereno, β -sesquifelandreno; Al e β -sesquifelandreno, α -zingibereno, sabineno, α -tugeno; pH e mirceno, espatulenol, (*E*)-cariofileno, α -humuleno; V e *allo*-aromadendreno, α -pineno; precipitação (PpV e Ppl) e (*E*)-cariofileno, α -humuleno, espatulenol, mirceno, MO e *allo*-aromadendreno, α -pineno; S e *allo*-aromadendreno, α -pineno; e temperatura (TV e TI) e (*E*)-cariofileno, α -humuleno, espatulenol, mirceno. Desta forma, os fatores abióticos influenciam na variação quantitativa e qualitativa do óleo essencial em *V. curassavica*.

3.4 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o presente trabalho, é possível concluir que:

PE3 foi a única população que apresentou teor de óleo essencial superior às demais nas amostras de folhas frescas e nas secas e em ambas as estações.

A secagem no verão promove aumento no teor de óleo essencial na maioria das populações.

Nas populações BS4, PI2, PE3 e NA2 o teor do princípio ativo α -humuleno atingiu o padrão de qualidade ideal para a indústria farmacêutica nas duas estações. Enquanto nas populações SF1, BS1, BS2, BV2, BV3, P1 e PE2 esse padrão foi atingido somente no inverno.

Os constituintes α -pineno, α -zingibereno, α -tujeno, *allo*-aromadendreno, β -sesquifelandreno são compostos majoritários nas estações verão e inverno para *V. curassavica*, enquanto (*E*)-nerolidol e α -muurolol são apenas no verão.

Os constituintes α -tujeno, α -pineno, sabineno, α -humuleno, (*E*)-cariofileno, espatulenol, mirceno, *allo*-aromadendreno, β -sesquifelandreno e α -zingibereno são constituintes químicos comuns no óleo essencial de todas as populações e em ambas as estações.

A populações são agrupadas em 3 grupos no verão e 8 grupos no inverno, sendo que as populações em cada grupo demonstram a menor variação química entre si.

REFERÊNCIAS

CALIXTO, João B. Twenty-five years of research on medicinal plants in Latin America: a personal view. **Journal of ethnopharmacology**, v. 100, n. 1, p. 131-134, 2005.

DE CARVALHO, P. M., RODRIGUES, R. F. O., SAWAYA, A. C. H. F., MARQUES, M. O. M., SHIMIZU, M. T. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Cordia verbenacea* DC. **Journal of ethnopharmacology**, v. 95, n. 2, p. 297-301, 2004.

FEIJÓ, E. V. R da S.; OLIVEIRA, R. A. de; COSTA, L. C. do B. Light affects *Varronia curassavica* essential oil yield by increasing trichomes frequency. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 5, p. 516-523, 2014.

FERNANDES, E. S.; PASSOS, G. F.; MEDEIROS, R., DA CUNHA, F. M., FERREIRA, J., CAMPOS, M. M., PIANOWSKI, L.F., CALIXTO, J.B. Anti-inflammatory effects of compounds alpha-humulene and (-)-trans-caryophyllene isolated from the essential oil of *Cordia verbenacea*. **European journal of pharmacology**, v. 569, n. 3, p. 228-236, 2007.

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

GAZIM, Z. C., AMORIM, A. C. L., HOVELL, A. M. C., REZENDE, C. M., NASCIMENTO, I. A., FERREIRA, G. A., CORTEZ, D. A. G Seasonal variation,

chemical composition, and analgesic and antimicrobial activities of the essential oil from leaves of *Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd in Southern Brazil. **Molecules**, v. 15, n. 8, p. 5509-5524, 2010.

GONG, H. Y., LIU, W. H., LV, G. Y., ZHOU, X. Analysis of essential oils of *Origanum vulgare* from six production areas of China and Pakistan. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 1, p. 25-32, 2014.

HERNÁNDEZ, T., HERNÁNDEZ, D., OROZCO, J., SERRANO, R., DURAN, A., MERAZ, S., JIMÉNEZ, M., GARCIA, A., AVILA, G. Variación temporal de la composición química y la actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Cordia curassavica* (Jacq.) Roemer y Schultes: Boraginaceae. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, v. 13, n. 1, 2014.

KHALID, A. K., EL-GOHARY, A. E. Effect of seasonal variations on essential oil production and composition of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) grow in Egypt. **Int. Food Res. J**, v. 21, p. 1859-1862, 2014.

MAGALHÃES, P. M. de. Estratégias para o mercado de plantas medicinais e aromáticas no Brasil: o exemplo da erva-baleeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.31, n.255, p.94-100, 2010.

MECCIA, G., ROJAS, L. B., VELASCO, J., Díaz, T., USUBILLAGA, A., ARZOLA, J. C., RAMOS, S. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Cordia verbenacea* from the Venezuelan Andes. **Natural product communications**, v. 4, n. 8, p. 1119-1122, 2009.

MICHIELIN, E.M.Z., SALVADOR, A.A., RIEHL, C.A.S., SMÂNIA JR, A., SMÂNIA, E.F.A., FERREIRA, S.R.S. Chemical composition and antibacterial activity of *Cordia verbenácea* extracts obtained by different methods. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 6615-6623, 2009.

MONTANARI JUNIOR, I. **Variabilidade genética em uma população de *Cordia verbenacea* DC. para características agrônômicas e fitoquímicas**. 2011. 77 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Área de concentração em Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

RODRIGUES, F. F., OLIVEIRA, L. G., RODRIGUES, F. F., SARAIVA, M. E., ALMEIDA, S. C., CABRAL, M. E., COSTA, J. G. M. Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of essential oil from *Cordia verbenacea* DC leaves. **Pharmacognosy research**, v. 4, n. 3, p. 161-165, 2012.

SANTOS, R. P., NUNES, E. P., NASCIMENTO, R. F., SANTIAGO, G. M. P., MENEZES, G. H. A., SILVEIRA, E. R., PESSOA, O. D. L. Chemical composition and larvicidal activity of the essential oils of *Cordia leucomalloides* and *Cordia curassavica* from the Northeast of Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 17, n. 5, p. 1027-1030, 2006.

SCHINDLER, B. **Óleo essencial de *Piper gaudichaudianum* Kunth: Rendimento, composição química e atividade fungitóxica in vitro**. 2015. 100p. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2015.

TELCI, I.; SAHBAZ, N.; YILMAZ, G.; TUGAY, M. E.; TELCI, I.; SAHBAZ, N. (Incekara); YILMAZ, G.; TUGAY, M.E. Agronomical and chemical characterization of spearmint (*Mentha spicata* L.) originating in Turkey. **Economic botany**, v. 58, n. 4, p. 721-728, 2004.

VAZ, A.P.A., SCARANARI, C., BATISTA, L.A.R., FIGUEIRA, G.M., SARTORATTO, A., DE MAGALHÃES, P.M. Biomassa e composição química de genótipos melhorados de espécies medicinais cultivadas em quatro municípios paulistas. **Pesq. Agropec. Bras.** v. 41, n. 5, p. 869-872, 2006.

4 PRODUÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS DE ACESSOS DE *Varronia curassavica* Jacq. EM CONDIÇÕES DE CULTIVO

RESUMO

A composição do óleo essencial de *Varronia curassavica* apresenta variação quantitativa e qualitativa, levando a escolha de acesso mais produtivo. O trabalho teve como objetivo analisar o óleo essencial de folhas frescas e secas de quatro acessos *Varronia curassavica*, provenientes de diferentes populações de restingas de Santa Catarina, sul do Brasil, cultivados em condições semelhantes, a fim de verificar se as diferenças na composição do óleo devem-se a fatores ambientais ou a variação genética e se o modo de secagem das amostras influencia o rendimento e a composição do óleo. Os acessos foram denominados SF1, SF2, BS2 e PI2, conforme siglas utilizadas para identificar populações de origem estudadas anteriormente. Os óleos essenciais foram extraídos por hidrodestilação e analisados por cromatografia com fase gasosa e cromatografia com fase gasosa acoplada ao espectrômetro de massas. Os resultados indicam que o acesso PI2 foi o mais produtivo quanto ao teor de óleo em folhas secas (2,2%) e também no teor de α -humuleno, tanto nas amostras de folhas frescas (2,3%) quanto nas secas (3,1%). A secagem das amostras promoveu um aumento no teor de óleo essencial em todos acessos: SF1 (100,0%), SF2 (130,0%), BS2 (204,3%), PI2 (630%). Nos acessos, os maiores teores de compostos majoritários nas amostras de folhas frescas foram: α -tujeno SF1 (12,3%), α -pineno PI2 (31,8%), *allo*-aromadendreno SF2 (29,0%), α -zingibereno SF1 (15,1%) e δ -elemeno SF1 (10,1%). Enquanto que, nas amostras de folhas secas foram: α -pineno SF2 (32,9%), *allo*-aromadendreno SF2 (27,4%), α -zingibereno BS2 (13,3%).

Palavras-chave: Planta aromática. Composição química. Fitoquímica. Cultivo – óleos essenciais. Restinga.

PRODUCTION OF ESSENTIAL OIL OF LEAVES OF ACCESSES OF *Varronia curassavica* Jacq. IN GROWING CONDITIONS

ABSTRACT

The essential oil composition of *Varronia curassavica* presents quantitative and qualitative variation, leading to the choice of a more productive access. The objective of this work was to analyze the essential oil from fresh and dry leaves of four *Varronia curassavica* accessions from different populations of sandbank of Santa Catarina, southern Brazil, grown under similar conditions, in order to verify if the differences in oil composition are due to environmental factors or genetic variation and whether the drying mode of the samples influences the yield and composition of the oil. The accesses were named SF1, SF2, BS2 and PI2, as acronyms used to identify previously studied populations of origin. The essential oils were extracted by hydrodistillation and analyzed by gas chromatography and gas chromatography coupled to the mass spectrometer. The results indicate that PI2 access was the most productive for dry leaf oil yield (2.2%) and also for α -humulene, both in fresh leaves (2.3%) and dry leaves (3.1%). The drying of the samples promoted an increase in the essential oil yield in all accesses: SF1 (100.0%), SF2 (130.0%), BS2 (204.3%), PI2 (630%). In the accessions, the highest levels of major compounds in fresh leaf samples were: α -tujene SF1 (12.3%), α -pinene PI2 (31.8%), *allo*-aromadendrene SF2 (29.0%), α -zingiberene (15.1%) and δ -elemene SF1 (10.1%). The dry leaf samples were: α -pinene SF2 (32.9%), *allo*-aromadendrene SF2 (27.4%), α -zingiberene BS2 (13.3%).

Key words: Aromatic plant. Chemical composition. Phytochemical. Cultivation – essential oils. Restinga.

4.1 INTRODUÇÃO

A *Varronia curassavica* Jacq., popularmente conhecida como erva baleeira, é uma espécie encontrada na Mata Atlântica, geralmente em terrenos arenosos e ensolarados, como restingas. Nos últimos anos, diversos autores têm intensificado os estudos dessa planta pois, o primeiro anti-inflamatório brasileiro foi desenvolvido a partir dos princípios ativos presentes no seu óleo essencial (CALIXTO, 2005), os quais possuem propriedades anti-inflamatórias e anti-alérgicas, sendo o α -humuleno o principal composto químico (PASSOS et al., 2007).

O conteúdo de α -humuleno está relacionado a fatores como a origem da erva- baleeira utilizada, com a maturidade da planta, com a região de colheita e com o processo de extração aplicado, o que pode afetar substancialmente sua biodisponibilidade e conseqüentemente a ação dos preparados industriais (MICHIELIN, 2009). Nizio et al. (2015) em estudo de óleo essencial com 59 plantas estudadas, o α -humuleno foi detectado em 95% das amostras com teores entre 0,54% a 10,32%. É preciso estabelecer condições e épocas para cultivo e/ou coleta que conduzam a uma matéria-prima vegetal com concentrações desejáveis de princípios ativos. (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). Segundo Magalhães (2010), os teores mínimos de 2% (v/v) de α -humuleno são fundamentais para que o óleo tenha um padrão de qualidade ideal para a indústria farmacêutica. Assim, muitos autores têm estudado condições de cultivos ideais para uma maior produção de óleo e de α -humuleno.

O estudo de Lapa (2006) mostrou que a alta intensidade de luz solar aumenta a produção de metabólitos em *V. curassavica*, mas não a biomassa de folhas. O mesmo foi observado por Feijó et al. (2014), que ressalta ainda que a irradiância mais alta promoveu uma maior produção de óleo essencial, e está associada com maior frequência a tricomas globulares glandulares. Verificaram ainda que a composição do óleo essencial foi afetada pela irradiância, mas o teor de α -humuleno permaneceu inalterado.

O aumento do teor de óleo essencial nem sempre provoca um aumento na porcentagem de α -humuleno. Em relação a supressão da irrigação, Bolina (2015) observou que a restrição de água foi eficiente no aumento da produtividade do óleo essencial de *V. curassavica*, sem provocar perdas no acúmulo de fitomassa, porém, as proporções relativas de α -humuleno (4,4%) não diferiram estatisticamente em

função dos tratamentos. Brandão (2014) realizando variações do espaçamento e da presença e da ausência da cobertura morta, observou que houve um incremento do teor e da produção do óleo essencial, assim como da biomassa das plantas, porém não influenciaram nas concentrações do α -humuleno e β -cariofileno entre os tratamentos.

Em relação a variabilidade genética, o estudo de Vaz et al. (2006) pesquisando a biomassa e composição química de genótipos melhorados, mostrou que ocorrem variações na produção de biomassa, assim como diferenças qualitativas e quantitativas, na composição química das plantas, em função dos locais de cultivo, com produção de α -humuleno de 2,38 a 4,42%.

A fertilidade do solo pode afetar a composição química do óleo, Lapa (2006) verificou que em solos de maior fertilidade ocorre um aumento da produção de metabólitos e da biomassa de folhas. Porém, há poucos estudos sobre a necessidade de adubação química e calagem de plantas aromáticas e medicinais, como é o caso da *Varronea curassavica*. Em estudo feito por Arrigoni-Blank et al. (1999) indicou que para o solo estudado, os nutrientes que apresentaram maiores respostas quanto ao crescimento e nutrição da espécie foram o N, K e B, bem como a calagem. Considerando as diferentes condições de fertilidade dos solos brasileiros, pesquisas nessa área são fundamentais para o desenvolvimento de plantas com maior produção de óleo e de α -humuleno. Assim, estudos envolvendo o cultivo de espécie que apresentam elevado teor de óleo e do componente químico de interesse são fundamentais. Neste caso, sugere-se que os acessos de *Varronia curassavica* selecionados para o cultivo tenham uma produção maior de óleo e de α -humuleno.

O trabalho teve como objetivo analisar o óleo essencial de folhas frescas e secas de quatro acessos de *Varronia curassavica*, provenientes de quatro diferentes populações de restingas de Santa Catarina, sul do Brasil, cultivados em condições semelhantes, a fim de verificar se as diferenças na composição do óleo devem-se a fatores ambientais ou à variação genética e se o modo de secagem das amostras influencia o rendimento e a composição do óleo.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Material vegetal

Ramos de *Varronea curassavica* coletados nas populações SF1, SF2, BS2 e PI2 no dia 19/09/2015 (descritas na Tabela 3.1 da página 47) foram transportados para confecção de estacas no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba (Paraná - BR) e, posterior cultivo em casa de vegetação durante 60 dias. Na sequência, bandejas com mudas foram levadas ao Instituto Federal Catarinense (IFC), Araquari, Santa Catarina (BR) (26°23'37,6" S; 48°44'24,4 W; altitude média de 12 m) para implantação do experimento. O solo, classificado como Espodosolo, em análise prévia possuía: pH SMP= 6,3; Al^{+3} = 0,0 $cmol_c dm^{-3}$; $H^+ + Al^{+3}$ = 3,0 $cmol_c dm^{-3}$; Ca^{+2} = 7,0 $cmol_c dm^{-3}$; Mg^{+2} = 0,7 $cmol_c dm^{-3}$; P= 404,4 mg dm^{-3} ; K^+ = 68,0 $cmol_c dm^{-3}$; M.O.= 3,4%; saturação por bases= 72,36% e teor de argila de 70 $g.kg^{-1}$.

As condições climáticas durante o período do experimento no campo, foram fornecidas pela Estação Meteorológica do Instituto Federal Catarinense - Campus Araquari (Tabela 4.1)

TABELA 4.1 – DADOS CLIMATOLÓGICOS DAS ESTAÇÕES DO ANO PARA ARAQUARI, SANTA CATARINA, BRASIL, 2015-2017.

Estação	Período	Temperatura (°C)			Precipitação total (mm)	UR (%)
		Min.	Máx.	Méd.		
Primavera	23/9/15 a 21/12/15	16,0	30,0	21,8	126,7	84,0
Verão	22/12/15 a 19/03/16	14,8	35,1	25,0	186,7	86,5
Outono	20/03/16 a 20/06/16	16,7	29,6	19,4	103,3	83,6
Inverno	21/06/16 a 22/09/16	17,5	32,3	17,7	136,7	83,2
Primavera	23/09/16 a 21/12/16	16,1	33,1	22,5	163,3	84,6
Verão	22/12/16 a 19/03/16	16,7	35,1	23,3	216,7	86,0

FONTE: O autor (2017).

NOTA: As condições climáticas durante o período de manutenção do experimento no campo foram fornecidas pela Estação Meteorológica do IFC – campus Araquari.

Estacas caulinares foram confeccionadas com 12 cm de comprimento, e um par de folhas opostas na porção apical, com as lâminas cortadas pela metade, a base da estaca cortada em bisel e o ápice cortado transversalmente acima da última gema lateral. A desinfestação das estacas foi realizada por imersão total das mesmas em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% (v/v) durante 15 min, seguida de lavagem em água corrente por 5 min. A base das estacas foram imersas por 15

segundos em solução hidroetanólica 50% (v/v) contendo ácido indolbutílico (IBA) na concentração de 2.000 mg L^{-1} (MENDES et al., 2014). Em seguida, elas foram plantadas em tubetes de 53 cm^3 contendo vermiculita de granulometria média previamente umedecida, e mantidas em casa de vegetação, com temperatura e umidade controladas ($24 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$; 90% de umidade relativa), durante 60 dias.

O experimento foi instalado com delineamento em blocos ao acaso, com 8 tratamentos, 4 repetições e 10 plantas em cada parcela. O espaçamento adotado foi de 0,5 m entre plantas e 1,0 m entre parcelas. Cada tratamento foi constituído por um dos quatro acessos.

As mudas transplantadas receberam irrigação diária durante dois meses. A cultura foi mantida limpa manualmente nas linhas, e roçada nas entrelinhas. Recebeu adubação nitrogenada: 100 kg/ha ; 20% no transplante e 10% a cada mês.

A colheita foi realizada no dia 19/02/2017 e o material vegetal foi levado para extração e análise no Laboratório de Ecofisiologia Vegetal da UFPR.

4.2.2 Extração do óleo essencial

Os óleos essenciais foram extraídos por hidrodestilação com aparelho graduado Clevenger, durante 3 horas, utilizando-se 100 g de folhas frescas para 1 litro de água em três repetições. De maneira análoga, o segundo momento consistiu do uso de 50 g de folhas secas e repetidas as demais condições da primeira etapa. Após a extração, o óleo foi centrifugado a 5000 rpm durante 2 minutos e seu volume determinado com micropipetas de precisão ($0\text{-}100 \text{ }\mu\text{L}$). As amostras do óleo essencial foram estocadas em freezer ($-20 \text{ }^\circ\text{C}$) até o momento da análise química. Para calcular o teor de óleo em base seca, amostras de 20 g de folhas foram secas em secador a $65 \text{ }^\circ\text{C}$, durante 18 h.

4.2.3 Análise química

A identificação dos constituintes químicos do óleo essencial foi realizada por cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM). Os óleos essenciais foram diluídos em hexano na proporção de 1% e $1,0 \text{ }\mu\text{L}$ da solução foi injetada, com divisão de fluxo de 1:20 em um cromatógrafo Agilent 6890 acoplado a detector seletivo de massas Agilent 5973N. O injetor foi mantido a $250 \text{ }^\circ\text{C}$. A

separação dos constituintes foi obtida em coluna capilar HP-5MS (5%-fenil-95%-dimetilpolissiloxano, 30 m x 0,25 mm x 0,25 μm) e utilizando hélio como gás carreador ($1,0 \text{ mL min}^{-1}$). A temperatura do forno foi programada de 60 a 240 $^{\circ}\text{C}$ a uma taxa de 3 $^{\circ}\text{C min}^{-1}$. O detector de massas foi operado no modo ionização eletrônica (70 eV), a uma taxa de 3,15 varreduras min^{-1} e faixa de massas de 40 a 450 u. A linha de transferência foi mantida a 260 $^{\circ}\text{C}$, a fonte de íons a 230 $^{\circ}\text{C}$ e o analisador (quadrupolo) a 150 $^{\circ}\text{C}$.

Para a quantificação, as amostras diluídas foram injetadas em cromatógrafo Agilent 7890A equipado com detector de ionização por chama (DIC), operado a 280 $^{\circ}\text{C}$. Foram empregadas a mesma coluna e condições analíticas descritas acima, exceto pelo gás carreador usado, que foi o hidrogênio, a uma vazão de $1,5 \text{ mL min}^{-1}$. A composição percentual foi obtida pela integração eletrônica do sinal do DIC pela divisão da área de cada componente pela área total (%). A identificação dos constituintes químicos foi obtida por comparação de seus espectros de massas com aqueles das espectrotescas e também dos seus índices de retenção linear, calculados a partir da injeção de uma série homóloga de hidrocarbonetos (C7-C26).

4.2.4 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 2 (4 acessos x 2 tipos de amostras), com quatro repetições. Os dados do teor de óleo essencial foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando-se o programa ASSISTAT 7.7[©].

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento de óleo essencial não diferiu estatisticamente entre os tratamentos para amostras de folhas frescas, observando-se uma oscilação entre 0,30 e 0,78% (Tabela 4.2). Outros autores, com folhas frescas, obtiveram rendimentos de óleo essencial entre 0,10% a 0,20% (VAZ et al., 2006) e de 0,23% (DE CARVALHO et al., 2004).

O acesso PI2 apresentou rendimento superior (2,19%) para amostras secas, enquanto os demais acessos não diferiram estatisticamente entre si para amostras secas. O teor de óleo essencial nas amostras secas variou de 1,43 a 2,19%, resultado superior ao obtido por BOLINA (2015) que foi 0,18% (Tabela 4.2).

Ao comparar os teores de óleo de amostras de folhas frescas com os teores de óleos de amostras de folhas secas, verificou-se um acréscimo em todos os acessos; SF1 (100,0%), SF2 (130,0%), BS2 (204,3%), PI2 (630%).

TABELA 4.2 - TEOR DE ÓLEO ESSENCIAL (%) DE AMOSTRAS DE FOLHAS FRESCAS E SECAS DOS ACESSOS DE *Varronia curassavica* DE RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL.

Acesso	Teor de óleo essencial (%)	
	Frescas	Secas
SF1	0,78 Ba ¹	1,56 Ab
SF2	0,70 Ba	1,61 Ab
BS2	0,47 Ba	1,43 Ab
PI2	0,30 Ba	2,19 Aa
C.V. (%) = 22,8		

FONTE: O autor (2017).

LEGENDA: ¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Foram identificados 34 compostos químicos nas amostras de folhas frescas e de secas. Os compostos foram agrupados em quatro classes químicas em cada tipo de amostra de folhas. Nas amostras frescas, as classes correspondem à monoterpenos hidrocarbonetos (23,4-43,0%), monoterpenos oxigenados (0,4-0,8%), sesquiterpenos hidrocarbonetos (47,8-67,3%) e sesquiterpenos oxigenados (3,0-6,6%). Nas amostras secas, observam-se os monoterpenos hidrocarbonetos (15,5-41,8%), monoterpenos oxigenados (0,1-0,6%), sesquiterpenos hidrocarbonetos (51,3-71,4%) e sesquiterpenos oxigenados (4,9-8,1%). Verificou-se uma redução em monoterpenos hidrocarbonetos (33,9-2,8%), monoterpenos oxigenados (70,0-28,8%) e uma elevação em sesquiterpenos hidrocarbonetos (7,5-6,4%) e sesquiterpenos oxigenados (64,1-25,4%) nas amostras secas (Tabela 4.3).

Tanto nas amostras de folhas frescas quanto nas amostras de folhas secas, o teor do princípio ativo α -humuleno diferiu estatisticamente entre os quatro acessos. O acesso PI2 apresentou teor do superior aos demais acessos para amostras frescas (2,63%) e secas (3,48%) (Tabela 4.4).

TABELA 4.3 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE AMOSTRAS DE FOLHAS FRESCAS E SECAS DOS ACESSOS DE VARRONIA curassavica DE RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL, 2017

Constituinte	Kl ^{cal}	Kl ^{lit}	Acessos												
			SF1			SF2			BS2			PI2			
			Fresca	Seca	Fresca	Seca	Fresca	Seca	Fresca	Seca	Fresca	Seca	Fresca	Seca	
α -tujeno	0925	0924	12,28 ¹	7,54	8,76	7,44	6,56	3,82	3,69	2,45					
α -pineno	0932	0932	8,34	6,54	27,37	32,91	31,70	23,09	31,83	27,66					
Sabineno	0969	0969	2,31	1,38	1,79	1,20	1,68	0,66	1,21	0,55					
β -pineno	0974	0974	-	-	-	-	0,75	0,48	3,27	2,44					
Mirceno	0989	0988	0,32	-	0,60	-	0,72	-	1,01	0,15					
Limoneno	1028	1024	-	-	-	-	0,53	0,30	-	-					
β -felandreno	1026	1025	0,14	-	0,91	0,25	1,08	0,33	1,26	0,46					
Monoterpeno hidrocarboneto			23,39	15,46	39,42	41,81	43,01	28,67	42,26	33,70					
acetato de bornila		1287	-	-	-	0,12	0,40	0,25	0,80	0,57					
Monoterpeno oxigenado			-	-	-	0,12	0,40	0,25	0,80	0,57					
δ -elemeno		1335	10,15	11,81	-	-	-	-	-	-					
α -cubebeno	1346	1345	-	-	-	-	-	-	2,04	2,03					
α -copaeno	1370	1374	-	-	0,12	-	-	0,22	0,26	0,48					
β -cubebeno	1387	1387	-	-	-	-	-	-	0,92	0,75					
β -elemeno	1387	1389	4,93	5,69	6,15	5,75	3,46	4,02	2,98	3,18					
α -gurjuneno	1406	1409	0,12	-	-	-	-	-	0,26	0,37					
(<i>E</i>)-cariofileno	1416	1417	6,20	7,92	3,73	4,13	5,27	6,96	7,04	9,50					
α - <i>trans</i> -bergamoteno	1433	1432	0,57	0,63	-	-	0,56	0,70	0,06	-					
α -humuleno	1450	1452	1,57	2,04	0,88	0,97	1,02	1,39	2,63	3,48					
<i>allo</i> -aromandreno	1458	1458	10,20	12,13	29,00	27,40	15,30	17,87	19,32	21,33					
γ -muuroleno	1474	1478	1,61	1,90	2,00	1,91	1,56	1,80	2,69	2,83					
<i>ar</i> -curcumeneno	1481	1479	2,07	2,35	-	0,56	1,55	2,64	-	0,19					
germacreno D	1489	1484	3,31	3,74	6,23	5,93	3,36	4,11	6,21	7,07					
α -zingibereno	1494	1493	15,06	12,12	-	0,11	12,04	13,31	0,43	0,56					
germacreno A	1497	1502	2,11	2,33	2,87	2,81	1,67	1,80	1,38	1,56					
β -bisaboleno	1506	1505	1,64	1,41	-	-	1,04	1,32	0,17	-					
γ -cadineno	1509	1513	0,79	0,97	0,87	0,75	-	0,22	0,75	0,65					

(continua)

Constituinte	K ^{cal}	K ^{lit}	Acessos											
			SF1		SF2		BS2		PI2					
			Fresca	Seca	Fresca	Seca	Fresca	Seca	Fresca	Seca				
β-sesquifelandreno	1520	1521	6,97	6,40	0,79	1,04	5,69	7,22	0,66	1,20				
Sesquiterpeno hidrocarboneto			67,29	71,41	52,65	51,34	52,53	63,58	47,78	55,18				
Espatuleno	1569	1575	0,99	1,49	1,92	2,07	1,35	1,95	1,35	1,52				
<i>α</i> -tumerol	1580	1582	0,26	0,65	0,78	0,76	0,36	0,78	0,72	0,83				
Ledol	1600	1602	0,41	0,58	1,44	1,32	0,73	0,99	1,29	1,27				
1- <i>epi</i> -cubenol	1626	1627	0,76	3,56	0,77	-	-	-	0,18	1,07				
<i>epi</i> -α-cadinol	1639	1638	0,22	0,94	0,45	0,68	0,28	0,46	0,20	0,57				
α-muurolol	1644	1644	0,26	0,39	1,10	0,39	0,29	0,77	0,34	0,43				
α-cadinol	1652	1652	0,19	0,51	-	0,35	-	-	-	0,78				
Sesquiterpeno oxigenado			3,07	8,10	6,46	5,56	3,01	4,94	4,07	6,46				
acetato de citronila		1550	0,13	0,12	-	-	-	-	0,96	0,61				
Outros			0,13	0,12	-	-	-	-	0,96	0,61				
Total identificado			93,88	95,10	98,53	98,82	98,95	97,43	95,87	96,52				

FONTE: O autor (2017)

LEGENDA: K^{lit} = Índice de Kovats da Literatura, K^{cal} = Índice de Kovats Experimental. - elemento traço <0,1%.¹ Teores expressos em %.

(conclusão)

O teor de α -humuleno variou de 0,88 a 2,63% nas amostras frescas (Tabela 4.4). Esse resultado está entre a oscilação de 0,54% a 10,32% observada por NIZIO et al. (2015) e inferior aos resultados de QUEIROZ et al., (2016) que obtiveram teores variados ($4,4 \pm 0,2$, $4,8 \pm 0,3$, $3,3 \pm 0,7$, $4,7 \pm 0,9$, e $4,3 \pm 0,1\%$) quando avaliaram coletas em diferentes horários e também inferior aos de BOLINA (2015) que observou teor de 4,4% ao testar a supressão hídrica.

Nas amostras de folhas secas foi teor de α -humuleno variou entre 0,97 a 3,48% (Tabela 4.4). Estudos determinaram diferentes teores de α -humuleno extraídos de folhas secas: 1,14 a 1,58% (FEIJÓ et al., 2014), 1,6% (SANTOS et al., 2006), 2,38 a 4,42% (VAZ et al., 2006), 3,69 e 4,53% (BRANDÃO, 2014), 4,64% (DE CARVALHO et al, 2004) e 4,8% (RODRIGUES et al., 2012)

Comparando o teor de α -humuleno entre amostras frescas e secas, ocorreu um incremento nas amostras dos quatro acessos, SF1 (29,93%), SF2 (10,23%), BS2 (36,27%), PI2 (32,32%) (Tabela 4.4).

TABELA 4.4 - TEOR DE α -HUMULENO (%) DE AMOSTRAS DE FOLHAS FRESCAS E SECAS DOS ACESSOS DE *Varronia curassavica* DE RESTINGAS DE SANTA CATARINA, BRASIL.

Acessos	Amostras	
	Frescas	Secas
SF1*	1,57 Bb [#]	2,04 Ab
SF2	0,88 Bd	0,97 Ad
BS2	1,02 Bc	1,39 Ac
PI2	2,63 Ba	3,48 Aa

C.V. (%) = 9,9

FONTE: O autor (2017)

NOTA: [#] As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. * Acessos: SF1, São Francisco do Sul; SF2, São Francisco do Sul; BS2, Balneário Barra do Sul ; PI2, Balneário Piçarras.

Os compostos α -tujeno, α -pineno, sabineno, β -elemeno, (*E*)-cariofileno, α -humuleno, *allo*-aromadendreno, γ -muuroleno, germacreno D, germacreno A, β -sesquifelandreno, espatulenol, *ar*-tumerol, ledol, *epi*- α -cadinol, α -muurolol foram identificados em todos os acessos e em ambos tipos de amostras. Os compostos mirceno e β -felandreno e foram identificados em todos os acessos, mas somente nas amostras frescas. Por sua vez, compostos *ar*-curcumeno, γ -cadineno foram identificados em todos os acessos, mas somente nas amostras secas (Tabela 5.3).

Nas amostras de folhas frescas, os compostos majoritários (concentração igual ou superior a 10%) foram: α -tujeno SF1 (12,3%), α -pineno SF2 (27,4%), BS2 (31,7%) e PI2 (31,8%), *allo*-aromadendreno SF1 (10,2%), SF2 (29,0%), BS2 (15,3%) e PI2 (19,3%), α -zingibereno SF1 (15,1%) e BS2 (12,0%) e δ -elemeno SF1 (10,15%). Enquanto que, nas amostras de folhas secas foram: α -pineno SF2 (32,9%), BS2 (23,1%) e PI2 (27,76%), *allo*-aromadendreno SF1 (12,1%), SF2 (27,4%), BS2 (17,8%) e PI2 (21,3%), α -zingibereno SF1 (12,1%), e BS2 (13,3%) (Tabela 4.3).

Realizando comparação entre resultados da análise do óleo essencial de folhas frescas dos quatro acessos, discutidos acima, com os resultados de análise de folhas frescas, coletadas no verão de 2014, de plantas pertencentes às populações fornecedora dos respectivos acessos, observou-se que as condições de cultivo proporcionaram a elevação no teor de óleo essencial dos acessos SF1(92,0%), BS2 (16,7%), PI2 (151,1%) e a redução para o acesso SF2 (34,5%); a elevação no teor de α -humuleno dos acessos SF1 (76,0%), PI2 (12,7%) e a redução para o acesso BS2 (36,7%) e SF2 (58,1%); redução do composto majoritário α -tujeno no acesso SF1 (1,0%); a elevação do composto majoritário de α -pineno nos acessos BS2 (29,4%), PI2 (18,3%) e a redução nos acessos SF2 (27,8%); a elevação do composto majoritário *allo*-aromadendreno nos acessos SF2 (107,1%), PI2 (78,7%), e redução no acesso BS2 (1,29%) e o composto majoritário α -zingibereno reduziu no acesso SF1(38,9%).

4.4 CONCLUSÃO

Nas condições em que foi realizado o presente trabalho, é possível concluir que:

As folhas do acesso PI2 quando secas apresentam o maior teor de óleo essencial dentre as amostras avaliadas, o mesmo possui o maior teor do princípio ativo α -humuleno, tanto nas amostras de folhas frescas quanto nas secas, atingindo o padrão de qualidade ideal para a indústria farmacêutica.

A secagem promove aumento no teor de óleo essencial em todos os acessos.

Em amostras de folhas secas, α -tujeno, α -zingibereno e δ -elemeno são compostos majoritários para SF1; *allo*-aromadendreno é composto majoritário no

acesso SF2; α -pineno é composto majoritário em PI2. Enquanto nas amostras de folhas secas, α -pineno, *allo*-aromadendreno são compostos majoritários em SF2 e α -zingibereno é marcador químico em BS2.

REFERÊNCIAS

ARRIGONI-BLANK, M. D. F.; FAQUIN, V.; PINTO, J. E. B. P.; BLANK, A. F.; LAMEIRA, O. A. Adubação química e calagem em erva-baleeira (*Cordia verbenacea*). **Horticultura Brasileira**, v. 17, p. 211-215, 1999.

BRANDÃO, D. S. **Cultivo, composição química e biologia floral de *Cordia curassavica* (JACQ.)**. 2014. 108 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros. 2014.

BOLINA, C. De O. **Metabolismo, desenvolvimento e composição química de *Varronia curassavica* Jacq. em função da supressão da irrigação**. 2015. 103 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2015.

CALIXTO, J. B. Twenty-five years of research on medicinal plants in Latin America: a personal view. **Journal of ethnopharmacology**, v. 100, n. 1, p. 131-134, 2005.

DE CARVALHO, P. M.; RODRIGUES, R. F. O.; SAWAYA, A. C. H. F.; MARQUES, M. O. M.; SHIMIZU, M. T. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Cordia verbenacea* DC. **Journal of ethnopharmacology**, v. 95, n. 2, p. 297-301, 2004.

FEIJÓ, E. V. R Da S.; OLIVEIRA, R. A. de; COSTA, L. C. Do B. Light affects *Varronia curassavica* essential oil yield by increasing trichomes frequency. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 5, p. 516-523, 2014.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P., Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Quím. Nova** v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

LAPA, F. S. ***Cordia curassavica* (JACQ.) ROEM. & SCHULT.: Influência de fatores ambientais no crescimento e na produção de metabólitos**. 2006. 59 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2006.

MAGALHÃES, P. M. de. Estratégias para o mercado de plantas medicinais e aromáticas no Brasil: o exemplo da erva-baleeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.31, n.255, p.94-100, 2010.

MENDES, A. D. R.; LACERDA, T. H. S.; ROCHA, S. M. G.; MARTINS, E. R. Reguladores vegetais e substratos no enraizamento de estacas de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.). **Rev. Bras. Plantas Med**, p. 262-270, 2014.

MICHIELIN, E.M.Z., SALVADOR, A.A., RIEHL, C.A.S., SMÂNIA JR, A., SMÂNIA, E.F.A., FERREIRA, S.R.S. Chemical composition and antibacterial activity of *Cordia verbenácea* extracts obtained by different methods. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 6615-6623, 2009.

NIZIO, D. A. DE C.; BRITO, F. DE A.; SAMPAIO, T. S.; MELO, J. DE O.; SILVA, F. L. S. Da; GAGLIARDI, P. R.; ARRIGONI-BLANK, M. De F.; ANJOS, C. S. DOS, ALVES, P. B.; WISNIEWSKI JUNIOR, A.; BLANK, A. F. Chemical diversity of native populations of *Varronia curassavica* Jacq. and antifungal activity against *Lasiodiplodia theobromae* Industrial **Crops and Products** v. 76, n. 15, p. 437–448, 2015.

PASSOS, G. F.; FERNANDES, E. S.; DA CUNHA, F. M.; FERREIRA, J.; PIANOWSKI, L. F.; CAMPOS, M. M.; CALIXTO, J. B. Anti-inflammatory and anti-allergic properties of the essential oil and active compounds from *Cordia verbenacea*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 110, n. 2, p. 323-333, 2007.

QUEIROZ, T. B.; MENDES, A. D. R.; SILVA, J. C. R. L.; FONSECA, F. S. A.; MARTINS, E. R. Teor e composição química do óleo essencial de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) em função dos horários de coleta **Rev. Bras. Pl. Med.** v. 18, n. 1, I, p. 356-362, 2016.

RODRIGUES, F.; OLIVEIRA, L.; RODRIGUES, F.; SARAIVA, M.; ALMEIDA, S.; CABRAL, M.; CAMPOS, A.; COSTA, J. G. Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of essential oil from *Cordia verbenácea* DC leaves. **Pharmacognosy Reserarch** v. 4, p. 161-165, 2012.

SANTOS, R. P.; NUNES, E. P.; NASCIMENTO, R. F.; SANTIAGO, G. M. P.; MENEZES, G. H. A.; SILVEIRA, E. R., PESSOA, O. D. L. Chemical Composition and Larvicidal Activity of the Essential Oils of *Cordia leucomalloides* and *Cordia curassavica* from the Northeast of **Brazil J. Braz. Chem. Soc.** v. 17, n. 5, p. 1027-1030, 2006.

VAZ, A. P. A.; SCARANARI, C.; BATISTA, L.A.R., FIGUEIRA, G.M., SARTORATTO, A., DE MAGALHÃES, P.M. Biomassa e composição química de genótipos melhorados de espécies medicinais cultivadas em quatro municípios paulistas. **Pesq. Agropec. Bras.** v. 41, n. 5, p. 869-872, 2006.

5 CONCLUSÕES FINAIS

O estudo relata o rendimento e a composição química de óleos essenciais de 14 espécies distribuídas no litoral de Santa Catarina, Brasil. O teor de óleo essencial varia de 0,01% (*Mikania involucrata*) a 1,56% (*Varronia curassavica*). Os principais constituintes são ar-curcumeno (15,1%) e cis-crisantenol (14,2%) em *Ambrosia elatior*; benzoato de benzila (43,5%) e salicilato de benzila (23,7%) em *Aniba firmula*; óxido de cariofileno (35,7%) e espatulenol (10,6%) em *Austroeupeatorium inulaefolium*; espatulenol (19,8%) e óxido de cariofileno (14,0%) em *Baccharis spicata*, óxido de cariofileno (16,3%) em *Eugenia astringens*; curzereno (30,0%), limoneno (13,0%) e germacrona (11,9%) em *Eugenia uniflora*; óxido de cariofileno (17,1%) e ledol (11,3%) em *Lantana camara*; óxido de cariofileno (27,7%) e limoneno (12,7%) em *Mikania involucrata*; 1,8-cineol (19,8%) em *Psidium cattleianum*; limoneno (10,2%) em *Sophora terebinthifolius* e alo-aromadendrene (15,2%) em *Varronia curassavica*.

A população de *Varronia curassavica* PE3 foi a única população que apresentou alto teor de óleo essencial nas amostras de folhas frescas e nas secas e no verão e inverno.

Nas populações BS4, PI2, PE3 e NA2 o teor do princípio ativo α -humuleno atingiu o padrão de qualidade ideal para a indústria farmacêutica nas duas estações. Enquanto nas populações SF1, BS1, BS2, BV2, BV3, P1 e PE2 esse padrão foi atingido somente no inverno.

Em condições de cultivo, as folhas do acesso PI2 quando secas apresentam o maior teor de óleo essencial dentre as amostras avaliadas, o mesmo possui o maior teor do princípio ativo α -humuleno, tanto nas amostras de folhas frescas quanto nas secas, atingindo o padrão de qualidade ideal para a indústria farmacêutica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pretende-se dar continuidade aos estudos com *Varronia curassavica*. Neste sentido, faz-se necessário prosseguir com o experimento que avalia os acessos escolhidos em função dos dados do primeiro ano de pesquisa. Além disso, implantar um experimento para testar a produção do óleo essencial em condição de cultivo com acessos escolhidos ao final dos dois anos de pesquisa com das populações de restinga.

Também há intenção de continuar a prospecção de plantas aromáticas de restinga.

REFERÊNCIAS GERAIS

ALBUQUERQUE, R. D. D. G.; TIETBOHL, L. A. C.; FERNANDES, C. P.; COUTEIRO, P. P.; EIRIZ, D. N.; SANTOS, M. G.; SILVA-FILHO, M. V., ALVES, G. A.; BACHINSKI, R.; ROCHA, L. Chemical and Biological Study of Essential Oils from *Eugenia pruniformis* Cambess., an Endemic Species from Brazilian Atlantic Forest **Lat. Am. J. Pharm. V.**, 31, n. 6, p. 830-834, 2012.

ALCÂNTARA, J. M.; YAMAGUCHI, K. K. L.; JUNIOR, V. F. V.; LIMA, E. S. Composição química de óleos essenciais de espécies de *Aniba* e *Licaria* e suas atividades antioxidante e antiagregante plaquetária. **Quím. Nova**, v. 33, n. 1, p. 141-145, 2010.

ÁLVARES-CARVALHO, S. V.; DUARTE, J. F.; CARVALHO, D.; PEREIRA, G. S.; SILVA-MANN, R.; FERREIRA, R. A. *Schinus terebinthifolius*: Population structure and implications for its conservation. **Biochemical Systematic and Ecology**, v. 58, p. 120-125, 2015.

AMARAL, R. R.; FERNANDES, C. P.; CAMEL, O. P.; TIETBOHL, L. A. C.; SANTOS, M. G.; CARVALHO, J. C. T.; ROCHA, L. Essential Oils from Fruits with Different Color sand Leaves of *Neomitranthes obscura* (DC.) N. Silveira: Na Endemic Species from Brazilian Atlantic Forest. **BioMed Research International**, p. 1-7, 2013.

ARAUJO, D. S. D.; HENRIQUES, R. P. B. Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. In: LACERDA, L. D.; ARAUJO, R.; CERQUEIRA, B. Turcq (Orgs.). **Restingas: origem, estrutura e processos**. Niterói: CEUFF, 1984. p. 159-194.

ARAUJO, D. S. D.; LACERDA, L. D. A natureza das restingas. **Ciência Hoje**, v. 6, n. 33, p. 42-48, 1987.

ARRIGONI-BLANK, M. D. F.; FAQUIN, V.; PINTO, J. E. B. P.; BLANK, A. F.; LAMEIRA, O. A. Adubação química e calagem em erva-baleeira (*Cordia verbenacea*). **Horticultura Brasileira**, v. 17, p. 211-215, 1999.

ARRUDA, R. C. de; VICTÓRIO, C. P. Leaf Secretory Structure and Volatile Compounds of *Eugenia copacabanensis* Kiaersk. (Myrtaceae), **Journal of Essential Oil Research**, v. 23, n. 5, p. 1-6, 2011.

BARBOSA, L. C. A.; DEMUNER, A. J.; CLEMENTE, A. D.; de PAULA, V. F.; ISMAIL, F. M. D. Seasonal variation in the composition of volatile oils from *Schinus Terebinthifolius* Raddi. **Quim. Nova**, v. 30, n. 8, p. 1959-1965, 2007.

BAYEUX, M. C.; FERNANDES, A. T.; FOGGIO, M. A.; CARVALHO, J. E. Evaluation of the antiedematogenic activity of artemetin isolated from *Cordia curassavica* DC. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 35, n. 10, p. 1229-1232, 2002

BENDAOUD, H.; ROMDHANE, M.; SOUCHARD, J. P.; CAZAUX, S.; BOUAJILA, J. Chemical Composition and Anticancer and Antioxidant Activities of *Schinus Molle* L. and *Schinus Terebinthifolius* Raddi Berries Essential Oils **Journal of Food Science**, v. 75, n. 6, 2010.

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

BOLINA, C. De O. **Metabolismo, desenvolvimento e composição química de *Varronia curassavica* Jacq. em função da supressão da irrigação**. 2015. 103 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2015.

BOLZANI, V. da S.; VALLI, M.; PIVATTO, M.; VIEGAS JÚNIOR, C. Natural products from Brazilian biodiversity as a source of new models for medicinal chemistry. **Pure and Applied Chemistry**, v. 84, n. 9, p.1837-1937, 2012.

BRANDÃO, D. S. **Cultivo, composição química e biologia floral de *Cordia curassavica* (JACQ.)**. 2014. 108 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros. 2014.

CALIXTO, J. B. Twenty-five years of research on medicinal plants in Latin America: a personal view. **Journal of ethnopharmacology**, v. 100, n. 1, p. 131-134, 2005.

DANILEVICZ, E.; JANKE, H.; PANKOWSKI, L. H. S. Florística e estrutura da comunidade herbácea e arbustiva da Praia do Ferrugem, Garopaba-SC. **Acta Botanica Brasilica**, v. 4, n. 2, p. 21-34, 1990.

DA SILVA, M. H. L.; ANDRADE, E. H. A.; ZOGHBI, M. D. G. B.; LUZ, A. I. R.; DA SILVA, J. D.; MAIA, J. G. S. The essential oils of *Lantana camara* L. occurring in North Brazil. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 14, n. 4, p. 208-210, 1999.

DEANS, S. G.; WATERMAN, P. G. Biological activity of volatile oils. In: HAY, R. K. M.; WATERMAN, P. G. (eds.). **Volatile oils crops: their biology, biochemistry and production**. Essex: Longman Group, p. 97-109, 1993.

DE CARVALHO, P. M.; RODRIGUES, R. F. O.; SAWAYA, A. C. H. F.; MARQUES, M. O. M.; SHIMIZU, M. T. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Cordia verbenacea* DC. **Journal of ethnopharmacology**, v. 95, n. 2, p. 297-301, 2004.

DEFAVERI, A. C.; SATO, A.; BORRÉ, L. B.; AGUIAR, D. L.; SAN GIL, R. A.; ARRUDA, R. C.; RIEHL, C. A. *Eugenia neonitida* Sobral and *Eugenia rotundifolia* Casar. (Myrtaceae) essential oils: composition, seasonality influence, antioxidant activity and leaf histochemistry. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 22, n. 8, p. 1531-1538, 2011.

DE MELO, J. I. M.; DE STAPF, M. N. S. Clave para los géneros de Boraginaceae sensu lato nativos del Brasil. **Biotemas**, v. 27, n. 4, p. 43-50, 2014.

DONATO, A. M.; MORRETES, B. L. de. Anatomia foliar de *Eugenia brasiliensis* Lam. (Myrtaceae) proveniente de áreas de restinga e de floresta. **Rev. bras. farmacogn.**, v. 17, n. 3, p. 426-443, 2007.

EISENREICH, W.; SAGNER, S.; ZENK, M. H.; BACHER, A. Monoterpenoid essential oils are not of mevalonoid origin. **Tetrahedron letters**, v. 38, n. 22, p. 3889-3892, 1997.

FALKENBERG, D. B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. *Insula* 28, Florianópolis. **Ferraz, JSF**, p. 125-134, 1999.

FEIJÓ, E. V. R Da S.; OLIVEIRA, R. A. de; COSTA, L. C. Do B. Light affects *Varronia curassavica* essential oil yield by increasing trichomes frequency. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 5, p. 516-523, 2014.

FERNANDES, E. S.; PASSOS, G. F.; MEDEIROS, R., DA CUNHA, F. M., FERREIRA, J., CAMPOS, M. M., PIANOWSKI, L.F., CALIXTO, J.B. Anti-inflammatory effects of compounds alpha-humulene and (-)-trans-caryophyllene isolated from the essential oil of *Cordia verbenacea*. **European journal of pharmacology**, v. 569, n. 3, p. 228-236, 2007.

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

FORZZA, R. C; BAUMGRATZ, J. F. A; BICUDO, C. E. M.; CANHOS, D. A. L.; JUNIOR CARVALHO, A. A.; COELHO, M. A. N. *et al.* **New Brazilian Floristic List Highlights Conservation Challenges. BioScience**. v. 62, n. 1, p. 39-45, 2012.

GAZIM, Z. C., AMORIM, A. C. L., HOVELL, A. M. C., REZENDE, C. M., NASCIMENTO, I. A., FERREIRA, G. A., CORTEZ, D. A. G Seasonal variation, chemical composition, and analgesic and antimicrobial activities of the essential oil from leaves of *Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd in Southern Brazil. **Molecules**, v. 15, n. 8, p. 5509-5524, 2010.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P., Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Quím. Nova** v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GOMES, V. S. da M.; LOISELLE, B. A.; ALVES, M. A. S. Birds foraging for fruits and insects in shrubby restinga vegetation, southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 4, p. 0-0, 2008.

GONG, H. Y., LIU, W. H., LV, G. Y., ZHOU, X. Analysis of essential oils of *Origanum vulgare* from six production areas of China and Pakistan. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 1, p. 25-32, 2014.

HERNÁNDEZ, M. P. Uso medicinal popular de plantas y líquenes de la Isla Paulino, Provincia de Buenos Aires, Argentina. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, v. 9, n. 4, 2011.

HERNÁNDEZ, T.; CANALES, M.; AVILA, J. G.; DURAN, A.; CABALLERO, J.; DE VIVAR, A. R.; LIRA, R. Ethnobotany and antibacterial activity of some plants used in traditional medicine of Zapotitlan de las Salinas, Puebla (Mexico). **Journal of ethnopharmacology**, v. 88, n. 2, p. 181-188, 2003

HERNÁNDEZ, T., HERNÁNDEZ, D., OROZCO, J., SERRANO, R., DURAN, A., MERAZ, S., JIMÉNEZ, M., GARCIA, A., AVILA, G. Variación temporal de la composición química y la actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Cordia curassavica* (Jacq.) Roemer y Schultes: Boraginaceae. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, v. 13, n. 1, 2014.

KHALID, A. K., EL-GOHARY, A. E. Effect of seasonal variations on essential oil production and composition of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) grow in Egypt. **Int. Food Res. J.**, v. 21, p. 1859-1862, 2014.

KNUDSEN, J. T.; ERIKSSON, R.; GERSHENZON, J.; STÅHL, B. Diversity and distribution of floral scent. **The botanical review**, v. 72, n. 1, p. 1-120, 2006.

LAPA, F. S. ***Cordia curassavica* (JACQ.) ROEM. & SCHULT.: Influência de fatores ambientais no crescimento e na produção de metabólitos**. 2006. 59 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2006

LIMBERGER, R.; SUYENAGA, E. S.; HENRIQUES, A. T.; MENUT, C.; VÉRIN, P.; LAMATY, G.; BESSIÈRE, J. M. Chemical composition of essential oils from three southern Brazilian species of *Mikania* (Asteraceae). **Journal of Essential Oil Research**, v. 10, n. 4, p. 363-367, 1998.

LOAYZA, I.; ABUJDER, D.; ARANDA, R.; JAKUPOVIC, J.; COLLIN, G.; DESLAURIERS, H.; JEAN, F. I. Essential oils of *Baccharis salicifolia*, *B. latifolia* and *B. dracunculifolia*. **Phytochemistry**, v. 38, p. 381-389, 1995.

MAGALHÃES, P. M. de. Estratégias para o mercado de plantas medicinais e aromáticas no Brasil: o exemplo da erva-baleeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.31, n.255, p.94-100, 2010.

MAGINA, M. D.; DALMARCO, E.M.; WISNIEWSKI, A.; SIMIONATTO, E.L.; DALMARCO, J. B.; PIZZOLATTI, M. G.; BRIGHENTE, I. M.; Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of *Eugenia* species. **Journal of natural medicines**, v. 63, n. 3, p. 345-350, 2009.

- MAKSIMOVIĆ, Z. In vitro antioxidant activity of ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L., Asteraceae) herb. **Industrial Crops and Products**, v. 28, n. 3, p. 356-360, 2008.
- MARQUES, C. A.; AZEVEDO, A. A. Caracterização anatômica da folha de *Aniba firmula* (Nees & C. Mart.) Mez (Lauraceae). **Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl**, v. 32, n. 2, 2011.
- MARTINS, S. E.; ROSSI, L.; SAMPAIO, P. D. S. P.; MAGENTA, M. A. G. Caracterização florística de comunidades vegetais de restinga em Bertioiga, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 1, p. 249-274, 2008.
- MECCIA, G., ROJAS, L. B., VELASCO, J., Díaz, T., USUBILLAGA, A., ARZOLA, J. C., RAMOS, S. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Cordia verbenacea* from the Venezuelan Andes. **Natural product communications**, v. 4, n. 8, p. 1119-1122, 2009.
- MEDEIROS, L. B.; ROCHA, M. D. S.; LIMA, S. G. D.; SOUSA JÚNIOR, G. R. D.; CITÓ, A. M.; SILVA, D. D.; Da COSTA, J. G. Chemical constituents and evaluation of cytotoxic and antifungal activity of *Lantana camara* essential oils. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 22, n. 6, p. 1259-1267, 2012.
- MELO JÚNIOR, J. C. F. de; BOEGER, M. R. T. Riqueza, estrutura e interações edáficas em um gradiente de restinga do Parque Estadual do Acaraí, Estado de Santa Catarina, Brasil. **Hoehnea**, v. 42, p. 207-232, 2015.
- MENDES, A. D. R.; LACERDA, T. H. S.; ROCHA, S. M. G.; MARTINS, E. R. Reguladores vegetais e substratos no enraizamento de estacas de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.). **Rev. Bras. Plantas Med**, p. 262-270, 2014.
- MICHIELIN, E.M.Z., SALVADOR, A.A., RIEHL, C.A.S., SMÂNIA JR, A., SMÂNIA, E.F.A., FERREIRA, S.R.S. Chemical composition and antibacterial activity of *Cordia verbenácea* extracts obtained by different methods. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 6615-6623, 2009
- JUNIOR, I. **Variabilidade genética em uma população de *Cordia verbenacea* DC. para características agronômicas e fitoquímicas**. 2011. 77 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Área de concentração em Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.
- MORAIS, A. A. de; REZENDE, C. M. A. da M.; BÜLOW, M. V. V.; MOURÃO, J. C.; GOTTLIEB, O. R.; MARX, M. C.; ROCHA, A. I. Da; MAGALHÃES, M. T. Óleos essenciais de espécies do gênero *Aniba*, **Acta Amazonica**, v. 2, n. 1, 1972.
- NGASSOUM, M. B.; YONKEU, S.; JIROVETZ, L.; BUCHBAUER, G.; SCHMAUS, G.; HAMMERSCHMIDT, F. J. Chemical composition of essential oils of *Lantana camara* leaves and flowers from Cameroon and Madagascar. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 14, n. 4, p. 245-250, 1999.
- NIZIO, D. A. DE C.; BRITO, F. DE A.; SAMPAIO, T. S.; MELO, J. DE O.; SILVA, F. L. S. Da; GAGLIARDI, P. R.; ARRIGONI-BLANK, M. De F.; ANJOS, C. S. DOS,

- ALVES, P. B.; WISNIEWSKI JUNIOR, A.; BLANK, A. F. Chemical diversity of native populations of *Varronia curassavica* Jacq. and antifungal activity against *Lasiodiplodia theobromae* Industrial **Crops and Products** v. 76, n. 15, p. 437–448, 2015.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forest in southeastern of Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, v. 32, n. 4, p. 793-810, 2000.
- PASSOS, G. F.; FERNANDES, E. S.; DA CUNHA, F. M.; FERREIRA, J.; PIANOWSKI, L. F.; CAMPOS, M. M.; CALIXTO, J. B. Anti-inflammatory and anti-allergic properties of the essential oil and active compounds from *Cordia verbenacea*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 110, n. 2, p. 323-333, 2007.
- PAULILO, M. T. S.; LAPA, F. S.; FALKENBERG, M. de B. Effect of light intensity and growth substratum on plant development and production of secondary metabolites in *Cordia curassavica* (Jacq.) Roem. & Schult. **Revista Árvore**, v. 34, n. 3, p. 417-423, 2010.
- PEREIRA, R. A.; ZOGHBI, M. das G. B.; BASTOS, M. de N. do C. Essential oils of twelve species of Myrtaceae growing wild in the sandbank of the Resex Maracanã, State of Pará, Brazil. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 13, n. 4, p. 440-450, 2010.
- QUEIROZ, T.B., MENDES, A.D.R., SILVA, J.C.R.L., FONSECA, F.S.A., MARTINS, E.R., 2016. Teor e composição química do óleo essencial de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) em função dos horários de coleta **Rev. Bras. Pl. Med.** v. 18, n. 1, I, p. 356-362, 2016.
- RAMOS, M. F. D. S.; MONTEIRO, S. D. S.; DA SILVA, V. P.; NAKAMURA, M. J.; SIANI, A. C. Essential oils from myrtaceae species of the Brazilian Southeastern maritime forest (Restinga). **Journal of Essential Oil Research**, v. 22, n. 2, p. 109-113, 2010.
- REINERT, F.; ROBERTS, A.; WILSON, J. M.; RIBAS, L. D.; CARDINOT, G.; GRIFFITHS, H. Gradation in nutrient composition and photosynthetic pathways across the restinga vegetation of Brazil. **Plant Biology**, v. 110, n. 2, p. 135-142, 1997.
- REITZ R. A vegetação da zona marítima de Santa Catarina. **Sellowia** 13: 17-115, 1961.
- RETTA, D.; GATTUSO, M.; GATTUSO, S.; DI LEO LIRA, P.; VAN BAREN, C.; BANDONI, A. Volatile constituents of five *Baccharis* species from northeastern Argentina. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, n. 7, p. 1379-1384, 2009.
- RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. 2 ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1997.

RODRIGUES, F. F., OLIVEIRA, L. G., RODRIGUES, F. F., SARAIVA, M. E., ALMEIDA, S. C., CABRAL, M. E., COSTA, J. G. M. Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of essential oil from *Cordia verbenacea* DC leaves. **Pharmacognosy research**, v. 4, n. 3, p. 161-165, 2012.

SANTOS, R. P., NUNES, E. P., NASCIMENTO, R. F., SANTIAGO, G. M. P., MENEZES, G. H. A., SILVEIRA, E. R., PESSOA, O. D. L. Chemical composition and larvicidal activity of the essential oils of *Cordia leucomalloides* and *Cordia curassavica* from the Northeast of Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 17, n. 5, p. 1027-1030, 2006.

SCHINDLER, B. **Óleo essencial de *Piper gaudichaudianum* Kunth: Rendimento, composição química e atividade fungitóxica in vitro**. 2015. 100p. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2015.

SCUR, M. C.; PINTO, F. G. S.; PANDINI, J. A.; COSTA, W. F.; LEITE, C. W.; TEMPONI, L. G. Antimicrobial and antioxidant activity of essential oil and different plant extracts of *Psidium cattleianum* Sabine. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, n. 1, p. 101-108, 2016.

SILVA, J. R. D. A.; DO CARMO, D. F.; REIS, É. M.; MACHADO, G.; LEON, L. L.; SILVA, B. O. D.; AMARAL, A. C. F. Chemical and biological evaluation of essential oils with economic value from *Lauraceae* species. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, n. 6, p. 1071-1076, 2009.

SILVA, J.; ABEBE, W.; SOUSA, S. M.; DUARTE, V. G.; MACHADO, M. I. L.; MATOS, F. J. A. Analgesic and anti-inflammatory effects of essential oils of Eucalyptus. **Journal of ethnopharmacology**, v. 89, n. 2, p. 277-283, 2003.

SILVA-SANTOS, A. D.; ANTUNES, A. M. S.; BIZZO, H. R.; D'AVILA, L. A. **Análise técnica, econômica e de tendências da indústria brasileira de óleos essenciais**. Rio de Janeiro: Papel Virtual, 2002. 200 p.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos essenciais. In: SIMÕES, C. M. O. *et al.* (orgs.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**, 5. Ed.. rev. ampl., Florianópolis: Ed. UFSC. p. 467-495, 2003.

SIQUEIRA, J. C. Fitogeografia das Amaranthaceae brasileiras. **Pesquisas, Botânica**, v. 45, p. 5-21, 1994.

SOSA, M. E.; LANCELLE, H. G.; TONN, C. E.; ANDRES, M. F.; GONZALEZ-COLOMA, A. Insecticidal and nematocidal essential oils from *Argentinean Eupatorium* and *Baccharis* spp. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 43, p. 132-138, 2012.

SOUSA, E. O.; BARRETO, F. S.; RODRIGUES, F. F.; CAMPOS, A. R.; COSTA, J. G. Chemical composition of the essential oils of *Lantana camara* L. and *Lantana montevidensis* Briq. and their synergistic antibiotic effects on aminoglycosides. **Journal of Essential Oil Research**, v. 24, n. 5, p. 447-452, 2012.

SOUZA, C. R. de G.; HIRUMA, S. T.; SALLUN, A. E. M.; RIBEIRO, R. R.; AZEVEDO SOBRINHO, J. M. **Restinga**: conceitos e empregos do termo no Brasil e implicações na legislação ambiental. Instituto Geológico / Secretaria do Meio Ambiente, 1 ed., 104 p., 2008.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. Geomorfologia das restingas. In: **II Simpósio de ecossistema da costa Sul e Sudeste brasileira**: estrutura, função e manejo. 1990. p. 185-205.

SUGUIO, K.; TESSLER, M. G. Planícies de cordões litorâneos do Brasil: origem e nomenclatura. In: LACERDA, L. D. et al. **Restingas**: origem estruturas e processos. Niterói: CEUFF, 1984. p. 195-216.

TANAKA, T.; IINUMA, M.; ASAI, F.; OHYAMA, M.; BURANDT, C. L. Flavonoids from the root and stem of *Sophora tomentosa*. **Phytochemistry**, v. 46, n. 8, p. 1431-1437, 1997.

TELCI, I.; SAHBAZ, N.; YILMAZ, G.; TUGAY, M. E.; TELCI, I.; SAHBAZ, N. (Incekara); YILMAZ, G.; TUGAY, M.E. Agronomical and chemical characterization of spearmint (*Mentha spicata* L.) originating in Turkey. **Economic botany**, v. 58, n. 4, p. 721-728, 2004.

TROMBIN-SOUZA, M; TROMBIN-SOUZA, M; AMARAL, W.; PASCOALINO, J. A. L.; OLIVEIRA, R. A.; H. R. BIZZO, H. R.; DESCHAMPS, C. Chemical composition of the essential oils of *Baccharis* species from southern Brazil: a comparative study using multivariate statistical analysis. **Journal of Essential oil Research**, 2017.

VAZ, A.P.A., SCARANARI, C., BATISTA, L.A.R., FIGUEIRA, G.M., SARTORATTO, A., DE MAGALHÃES, P.M. Biomassa e composição química de genótipos melhorados de espécies medicinais cultivadas em quatro municípios paulistas. **Pesq. Agropec. Bras.** v. 41, n. 5, p. 869-872, 2006.

VENTRELLA, M.C.; MARINHO, C. R. Morphology and histochemistry of glandular trichomes of *Cordia verbenacea* DC. (Boraginaceae) leaves **Revista Brasil. Bot.**, v. 31, n 3, p. 457-467, 2008.

VICTORIA, F. N.; LENARDÃO, E. J.; SAVEGNAGO, L.; PERIN, G.; JACOB, R. G.; ALVES, D.; DA SILVA, W. P.; DA MOTA, A. DE S.; NASCENTE, P. DA S. Essential oil of the leaves *Eugenia uniflora* L.: Antioxidant and antimicrobial properties **Food and Chemical Toxicology**, v. 50, p. 2268-2674, 2012.

VIEIRA, R. F.; H. R. BIZZO, H. R.; DESCHAMPS, C. Genetic resources of aromatic plants from Brazil **Israel Journal of Plant Sciences** v. 58, p. 263–271, 2009.

VILLWOCK, J. A. **A Costa Brasileira: Geologia e Evolução. Notas Técnicas**. CECO/IG/UFRGS. Porto Alegre, RS. 7: 38-49, 1994.

ZAMITH, L. R.; SCARANO, F. R. Restoration of a Restinga Sandy Coastal Plain in Brazil: Survival and Growth of Planted Woody Species **Restoration Ecology** v. 14, n. 1, p. 87–94, 2006.

ZOUBIRI, S.; BAALIOUAMER, A. Chemical composition and insecticidal properties of *Lantana camara* L. leaf essential oils from Algeria, **Journal of Essential Oil Research**, v. 24, n 4, p. 377-383, 2012.