



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE
***Baccharis reticularia* DC. (ASTERACEAE) EM FUNÇÃO DE**
DIFERENTES PROCEDÊNCIAS E DA SAZONALIDADE NO
DISTRITO FEDERAL

HELLEN CRISTINA DIAS DE SANTANA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA/DF
SETEMBRO/2013



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE
***Baccharis reticularia* DC. (ASTERACEAE) EM FUNÇÃO DE**
DIFERENTES PROCEDÊNCIAS E DA SAZONALIDADE NO
DISTRITO FEDERAL

HELLEN CRISTINA DIAS DE SANTANA

ORIENTADOR: JEAN KLEBER DE ABREU MATTOS

CO-ORIENTADOR: ROBERTO FONTES VIEIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

PUBLICAÇÃO: 67/2013

BRASÍLIA/DF
SETEMBRO/2013



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE
Baccharis reticularia DC. (ASTERACEAE) EM FUNÇÃO DE
DIFERENTES PROCEDÊNCIAS E DA SAZONALIDADE NO
DISTRITO FEDERAL**

HELLEN CRISTINA DIAS DE SANTANA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM AGRONOMIA.

APROVADA POR:

Prof. JEAN KLEBER DE ABREU MATTOS, FAV – UnB – Orientador
CPF: 002.288.181- 68. E-mail: jkamattos@gmail.com

ERNANDES RODRIGUES ALENCAR, FAV – UnB – Examinador interno
CPF: 900.558.021-68. E-mail: ernandesalencar@unb.br

ROSA DE BELÉM DAS NEVES ALVES, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, examinadora externa. CPF: 225.320.641-53
E-mail: rosa.belem@embrapa.br

BRASÍLIA
SETEMBRO/2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Santana, Hellen Cristina Dias de.

Caracterização química do óleo essencial de *Baccharis reticularia* DC. (Asteraceae) em função de diferentes procedências e da sazonalidade no Distrito Federal./ Hellen Cristina Dias de Santana; orientação de Jean Kleber de Abreu Mattos. – Brasília, 2013. 73p.: Il. Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013.

1.*Baccharis reticularia*. 2.Óleo essencial. 3.Sazonalidade. 4.Procedência. 5.Cerrado. I. Mattos, J.K.A. II. Doutor.

FAO

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SANTANA, H. C. D. de. Caracterização química do óleo essencial de *Baccharis reticularia* DC. (Asteraceae) em função de diferentes procedências e da sazonalidade no Distrito Federal. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2013, 73 p. Dissertação de Mestrado.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Hellen Cristina Dias de Santana

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Caracterização química do óleo essencial de *Baccharis reticularia* DC. (Asteraceae) em função de diferentes procedências e da sazonalidade no Distrito Federal.

GRAU: Mestre ANO: 2013

É concedida à Universidade de Brasília de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

Nome: Hellen Cristina Dias de Santana
Tel.: (61)8621-0200
Email: hellensantana@hotmail.com

**“Tudo na Terra tem um propósito.
Cada doença, uma erva para curar.
Cada pessoa, uma missão a cumprir.
Esta é a concepção dos índios
sobre a existência.”
(Christine Quintasket, Índia Salish)**

AGRADECIMENTOS

Aos meus Guias espirituais por me encaminharem a favor do meu desejo e abrirem portas, colocando através delas meus queridos orientador Jean Kleber Mattos e co-orientador Roberto Fontes Vieira, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen). Agradeço aos dois pela oportunidade que me deram de estar em contato com essa área do conhecimento que eu tanto admiro, agradeço pelos conhecimentos compartilhados e pela paciência que tiveram comigo nesta jornada. Agradeço novamente ao Roberto F. Vieira por toda dedicação a mim ofertada, pela confiança depositada e pela competência demonstrada.

Aos meus pais, Heloiza e Joventino e meu irmão, Léo, por me incentivarem e apoiarem, dando-me todo o carinho e suporte necessário para que eu pudesse traçar este caminho. À minha filha Liz, por ser a principal razão do meu ingresso ao mestrado, permitindo, assim, que eu pudesse obter os valiosos conhecimentos que adquiri. Ao Jamil e seus pais, Clovis e Penha, por todo apoio dado à mim.

À Embrapa Cenargen pela oportunidade. À equipe do projeto, Djalma B. Silva e Rosa B. Alves pelo acolhimento e colaboração. Ao Ismael Gomes pela boa vontade e ajuda dada à mim. Agradeço ao Humberto Bizzo, pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos pelas análises cromatográficas, à Joseane Padilha pesquisadora da Embrapa Cenargen pelas análises estatísticas e ao botânico João Bringel, pelas identificações botânicas. O apoio e esforços praticados foram fundamentais para que minha pesquisa pudesse ser realizada. Agradeço à Araci Alonso, pesquisadora da Embrapa Cerrados (CPAC) por tornar possível a pesquisa na Reserva Ecológica do CPAC.

À Universidade de Brasília e à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV), à CAPES, ao coordenador José Ricardo Peixoto, a secretária Rosana Lourenço Balbino e à todos os professores da Pós Graduação da FAV/UnB.

À equipe do Instituto Brasília Ambiental (IBRAM), em especial o Willian, pela colaboração com as coletas no Parque da E. D. Bosco, à minha amiga Lívia Carreira, pela ajuda nas coletas e na dissertação e ao Ubiraci Gomes, pela formatação do meu trabalho.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO GERAL | x |
| GENERAL ABSTRACT | xi |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| 1.1. Óleos essenciais: Usos, aspectos históricos, fisiológicos e econômicos | 1 |
| 1.2. Plantas aromáticas no Cerrado..... | 7 |
| 1.3. Plantas aromáticas da família Asteraceae | 8 |
| 2. OBJETIVOS | 19 |
| 2.1. OBJETIVO GERAL | 19 |
| 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 19 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 20 |
| 3. CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE BACCHARIS RETICULARIA DC. PROCEDENTE DE TRÊS LOCALIDADES DO DISTRITO FEDERAL | 27 |
| RESUMO..... | 28 |
| ABSTRACT | 29 |
| 3.1. INTRODUÇÃO | 30 |
| 3.2. MATERIAL E MÉTODO | 32 |
| 3.2.1. Coleta e preparo do material | 32 |
| 3.2.2. Extração e rendimento do óleo essencial | 35 |
| 3.2.3. Análise cromatográfica | 35 |
| 3.2.4. Análise estatística | 36 |
| 3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 36 |
| 3.4. CONCLUSÃO | 43 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 45 |
| 4. CAPÍTULO 2 - VARIAÇÃO SAZONAL DO ÓLEO ESSENCIAL DE BACCHARIS RETICULARIA DC. (ASTERACEAE) | 51 |
| RESUMO..... | 52 |
| ABSTRACT | 53 |
| 4.1. INTRODUÇÃO | 54 |
| 4.2. MATERIAL E MÉTODO | 56 |
| 4.2.1. Coleta e preparo do material | 56 |
| 4.2.2. Extração e rendimento do óleo essencial e teor de umidade das folhas de <i>B. reticularia</i> DC | 57 |
| 4.2.3. Análise cromatográfica | 58 |
| 4.2.4. Análise estatística | 59 |
| 4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 59 |
| 4.4. CONCLUSÃO | 68 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 69 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 73 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Esquema resumido das principais vias do metabolismo secundário..... | 2 |
| Figura 2. Principais fatores que podem influenciar o acúmulo de metabólitos secundários em planta..... | 4 |
| Figura 3. <i>Baccharis anomala</i> (à direita); <i>Baccharis dracunculifolia</i> (à esquerda). | 11 |
| Figura 4. À direita, <i>Baccharis salicifolia</i> . Imagem: Stan Shebs; Ao centro, <i>Baccharis trimera</i> . Imagem: Rosângela Rolim; À esquerda, <i>Baccharis uncinella</i> | 12 |
| Figura 5. <i>Baccharis reticularia</i> DC. Imagem: Roberto Fontes Vieira. | 18 |
| Figura 6. Mapa de altimetria do Distrito Federal com a localização das coletas de <i>B. reticularia</i> DC. | 33 |
| Figura 7. Biplote resultante da análise discriminante canônica, referentes aos constituintes químicos de 30 Indivíduos das três populações de <i>B. Reticularia</i> analisadas..... | 42 |
| Figura 8. Dados mensais de precipitação e umidade relativa do ar no Distrito Federal entre o período de julho de 2012 à julho de 2013... .. | 57 |
| Figura 9. Dados mensais da temperatura máxima média (°C), temperatura compensada média (°C) e temperatura mínima média (°C) no Distrito Federal no período de junho de 2012 à julho de 2013 | 58 |
| Figura 10. Gráfico com os rendimentos (%) do óleo essencial de <i>B. reticularia</i> coletada no Distrito Federal em cinco épocas diferentes..... | 64 |
| Figura 11. Biplote resultante da análise discriminante canônica, referente aos constituintes químicos de 50 indivíduos de <i>B. reticularia</i> coletadas em cinco épocas no Distrito Federal | 67 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Os principais óleos essenciais no mercado mundial..... | 6 |
| Tabela 2. Distribuição de algumas espécies de <i>Baccharis</i> e seus teores de óleo essencial (em %) citados na literatura..... | 15 |
| Tabela 3. Descrição dos locais de coleta de <i>B. reticularia</i> , latitude, longitude e altitude. | 34 |
| Tabela 4. Médias e desvio padrão do rendimento e composição química do óleo essencial de <i>B. reticularia</i> DC. proveniente de três populações no Distrito Federal. | 38 |
| Tabela 5. Análise Discriminante Canônica para as três populações de <i>B. reticularia</i> DC. | 42 |
| Tabela 6. Composição química e rendimentos do óleo essencial de <i>B. reticularia</i> coletada em cinco épocas no Distrito Federal..... | 62 |

RESUMO GERAL

A savana brasileira (Cerrado) possui uma das mais ricas flora do mundo com um imenso potencial de uso de suas espécies nativas. É urgente a necessidade de pesquisas que promovam sua valorização e exploração sustentável devido à velocidade de antropização a que está sujeito. O gênero *Baccharis* contem diversas espécies produtoras de óleo essencial com grande representatividade no Cerrado brasileiro. É conhecido popularmente como vassourinha ou carqueja, e tem sido amplamente utilizado pelo seu potencial farmacológico, organoléptico e agrônômico. *Baccharis reticularia* DC. é uma planta aromática, endêmica do Brasil e presente nos biomas Cerrado e Mata Atlântica, não relatada na literatura estudos sobre o seu óleo essencial. O objetivo deste trabalho foi a caracterização química do óleo essencial de *B. reticularia* DC. procedente de três localidades da região do Distrito Federal, assim como analisar a variação sazonal do óleo essencial desta espécie em cinco épocas de coleta durante um ano. Folhas e flores de cerca de 10 indivíduos em cada local e época foram amostradas e seus óleos essenciais extraídos por hidrodestilação em aparelho Clevenger modificado e analisado por cromatografia gasosa (CG-FID) acoplada a espectrometria de massas (CG-MS). Os teores obtidos do óleo essencial (0,74% a 0,98%) não diferiram estatisticamente entre os locais de coleta. No entanto, a concentração dos compostos majoritários (> 5,0 %) beta-pineno, beta-felandreno, biciclogermacreno, germacreno-D, espatulenol e kessano apresentou variações significativas entres as três populações observadas. A Análise Discriminante Canônica permitiu separar as três populações, evidenciando diferentes características em seu perfil químico. No estudo da variação sazonal, os teores de óleo essencial apresentaram diferenças significativas, variando de 0,71% em fevereiro (verão chuvoso) à 0,97% em julho (inverno seco). Os compostos majoritários biciclogermacreno, beta-felandreno e espatulenol apresentaram diferenças significativas entre as épocas. As maiores expressões dos dois primeiros foram 16,3% e 17,8% em julho de 2013, respectivamente, enquanto para o espatulenol esta época correspondeu ao seu menor valor (4%). A Análise Discriminante Canônica permitiu agrupar as cinco épocas de colheita em três perfis químicos do óleo essencial.

Palavras-chaves: *Baccharis reticularia* DC., óleo essencial, procedência, sazonalidade, Cerrado, Distrito Federal.

GENERAL ABSTRACT

The Brazilian savannah (Cerrado) is one of the richest flora in the world with a huge potential of their native species. There is an urgent need for research to promote its value and sustainable use, due to the speed of which is subject to human disturbance. The genus *Baccharis* contains several essential oil producing species with significant representation in the Brazilian Cerrado. It is popularly known as ‘vassourinha’ or ‘carqueja’, and has been widely used for their pharmacological, agronomic and organoleptic potential. *Baccharis reticularia* DC. is an aromatic plant, endemic to Brazil and present in the Cerrado and Atlantic Forest biomes, not reported in the literature about its essential oil. The objective of this work was the essential oil characterization of *B. reticularia* DC. coming from three locations in the area of the Distrito Federal, as well as to analyze the seasonal variation of the essential oil of this specie in five sampling times during the year. Leaves and flowers of about 10 individuals in each location and season were sampled and their essential oils extracted by hydrodistillation in a modified Clevenger apparatus and analyzed by gas chromatography (GC-FID) coupled to mass spectrometry (GC-MS). The content of essential oil obtained (0.74% to 0.98%) did not differ statistically between the collection sites. However, the concentration of major compounds (> 5.0%) beta-pinene, beta-phellandrene, bicyclogermacrene, germacrene-D, spathulenol and kessane showed significant differences among the three populations observed. The canonical discriminant analysis allowed us to separate the three populations, showing different characteristics in their chemical profile. In the analysis of seasonal variation, the levels of essential oil showed significant differences, ranging from 0.71% in February (wet summer) to 0.97% in July (dry winter). The major compounds bicyclogermacrene, beta-phellandrene and spathulenol showed significant differences between seasons. The greatest expressions of the first two were 16.3% and 17.8% in July 2013, respectively, while for spathulenol this time corresponded to its lowest value (4%). The canonical discriminant analysis allowed grouping the five harvesting times in three chemical profiles of essential oil.

Key-words: *Baccharis reticularia* DC., essential oil, origination, seasonal, Cerrado, Distrito Federal.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. Óleos essenciais: Usos, aspectos históricos, fisiológicos e econômicos

Segundo Cunha (2009), o registro mais antigo que se conhece sobre a utilização de plantas aromáticas foi encontrado num túmulo do Neolítico (entre 5000 e 2500 anos A.C.) no qual se encontraram vestígios de um homem envolvido em plantas aromáticas, identificadas por restos de grãos de pólen. O autor cita que há cerca de 4 mil anos, os aborígenes do continente Australiano perceberam a utilidade das plantas aromáticas ricas em cineol, tais como os eucaliptos e as melaleucas, em particular a *Melaleuca alternifolia*, utilizada até hoje na terapêutica moderna. No Paquistão foi descoberto um alambique em terra cozida em que possivelmente se destilavam plantas aromáticas, datado de 5000 anos. O nome “Perfume”, que está associado às plantas aromáticas, deriva da palavra latina “per fumum” ou “pro fumum”, que significa “pelo fumo”, o que vem demonstrar o modo mais antigo de aplicação das plantas aromáticas, feito pela combustão desses materiais que criavam um ambiente apropriado para uma dada cerimônia. Com este objetivo eram utilizadas, entre outras plantas, o sândalo (*Santalum album* L.), a casca de canela (*Cinnamomum zeylanicum* J. Presl), as raízes de cálamo (*Acorus calamus* L.), o cedro do Líbano (*Cedrus libani* A. Rich), bem como substâncias resinosas como a mirra (*Commiphora myrra* (Nees) Engl.), o olíbano (*Boswellia carteri* Birdw.) e o benjoim (*Styrax benjoin* Dryand). Com o passar dos anos as plantas aromáticas passaram a fazer parte de técnicas de prevenção e de tratamento das doenças, principalmente de feridas e contusões, como mostram documentos chineses e indianos com mais de 5000 anos (CUNHA, 2009).

Os óleos essenciais são substâncias responsáveis pelos aromas de plantas devido à sua natureza volátil, de composição lipofílica, provenientes do metabolismo secundário e existentes em quase duas mil espécies de plantas distribuídas em sessenta famílias (SILVA *et. al.*, 2005). São geralmente produzidos em estruturas secretoras especializadas, como pêlos glandulares (Lamiaceae), células parenquimáticas diferenciadas (Lauraceae, Piperaceae e Poaceae), canais oleíferos (Apiaceae) ou bolsas específicas (Pinaceae e Rutaceae) (SIMÕES & SPTIZER, 2000). Eles podem ser armazenados em flores, folhas, casca do tronco, madeira, raízes, raízes, frutos e sementes, e pode variar em sua composição de acordo com a localização em uma única espécie (JANSSEN *et. al.*, 1987; QUEIROGA *et. al.*, 1990; COUTINHO *et. al.*, 2006,

SOUZA *et. al.*, 2010), à exemplo da canela, em que o óleo da casca é rico em aldeído cinâmico, nas raízes predomina cânfora e nas folhas eugenol. Os metabólitos secundários são utilizados na indústria farmacêutica, de cosméticos e na química fina onde aproximadamente 25% das moléculas usadas são de origem natural (RATES, 2001).

A ISO (International Standard Organization) define óleos voláteis como os produtos obtidos de partes de plantas através de destilação por arraste a vapor d'água, bem como os produtos obtidos por expressão dos pericarpos de frutos cítricos. Porém há outros métodos de extração destas substâncias como a hidrodestilação, *enfleurage*, extração por CO² supercrítico e por solventes orgânicos apolares.

Estes óleos são, de forma geral, líquidos e odoríferos e constituídos por uma mistura complexa de diversas classes de substâncias, principalmente de terpenos e fenilpropanóides, provenientes do metabolismo secundário das plantas. Os terpenos são feitos a partir do ácido mevalônico (nocitoplasma) ou do piruvato e 3-fosfoglicerato (no cloroplasto). Os compostos fenólicos são derivados do ácido chiquímico ou ácido mevalônico (PERES, 2004) (Figura 1). Os terpenóides são a maior classe química de constituintes ativos de plantas, com mais de 30.000 substâncias descritas (RAVEN, 2001). Eles são formados por unidades básicas de isopreno, compostas de 5 carbonos e classificados de acordo com o número de unidades isoprênicas: monoterpenos (10 carbonos), sesquiterpenos (15 carbonos) e diterpenos (20 carbonos), sendo considerados os principais constituintes dos óleos essenciais (FERRACINI *et. al.*1995; PERES, 2004).

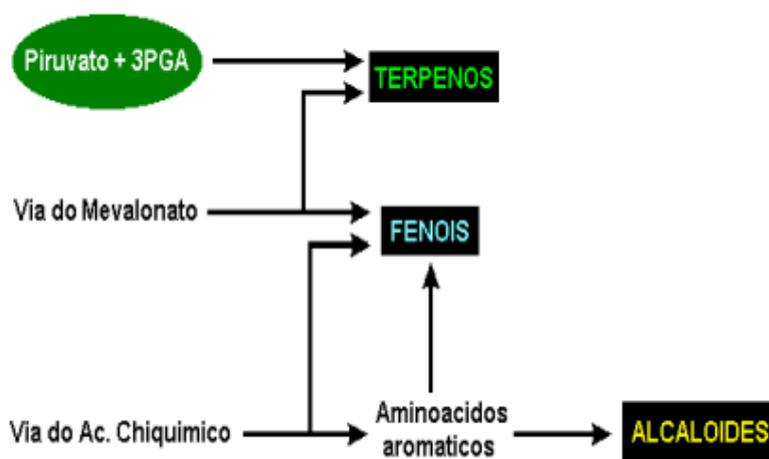


Figura 1. Esquema resumido das principais vias do metabolismo secundário. Fonte: PERES (2004)

Os metabólitos secundários são influenciados por diversos fatores (Figura 2), tais como genéticos, climáticos e/ou edáficos. O ambiente em que a planta se encontra, pode redirecionar a rota metabólica, ocasionando a biossíntese de diferentes compostos. Dentre estes fatores, podem-se ressaltar as interações da planta produtora de óleo com os demais organismos vivos presentes no meio, tais como outras plantas, através da alelopatia; insetos e microrganismos, por meio de indução por estímulos mecânicos ou ataque de patógenos; idade e estágio de desenvolvimento, luminosidade, temperatura, pluviosidade, nutrição, local, época e horário de coleta, técnicas de colheita e pós-colheita e até a poluição atmosférica (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). Segundo Morais (2009), a produção dos óleos essenciais, na maioria das vezes, apresenta um aumento em seu teor quando as plantas produtoras se encontram em ambientes com temperaturas elevadas, porém, em dias muito quentes, pode-se observar perda excessiva do mesmo. A intensidade luminosa também é um fator importante que influencia a concentração e a composição dos óleos essenciais. A maior produção de metabólitos secundários sob altos níveis de radiação solar é explicada devido ao fato de que as reações biossintéticas são dependentes de suprimentos de esqueletos carbônicos, realizados por processos fotossintéticos e de compostos energéticos que participam da regulação dessas reações (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O estágio de desenvolvimento da planta e a sua idade podem influenciar tanto quantitativamente quanto qualitativamente os metabólitos secundários produzidos. Tecidos mais jovens geralmente apresentam grande atividade biossintética, aumentando a produção de vários compostos, dentre estes, os óleos essenciais (MORAIS, 2009).

Inúmeros trabalhos têm comprovado que a composição química e o teor de óleo essencial de plantas nativas podem sofrer alterações devido ao local de coleta e às diferentes estações do ano. No trabalho de Costa *et. al.* (2008), o óleo essencial de *Lycnhophora ericoides* Mart. procedente de Vianópolis - GO e Cristalina- GO apresentou diferenças significativas nos teores e na composição química majoritária. Também nas coletas mensais em Cristalina, o maior rendimento do óleo foi obtido em outubro, configurando a época mais adequada para a colheita da arnica nesse município. Kokkini *et. al.*(1997) verificaram que no óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* subsp. *Hirtum*), proveniente de três regiões diferentes da Grécia, a quantidade do constituinte carvacrol variou entre as três regiões estudadas e o teor de cada componente colhido em uma mesma região variou em relação à época do ano.

A influência da variação circadiana na produção e qualidade dos óleos essenciais também tem sido relatada. Foi notada, por ex., uma variação de mais de 80% na concentração de eugenol no óleo essencial da alfavaca (*Ocimum gratissimum*), o qual atinge um máximo em torno do meio-dia, horário em que é responsável por 98% do óleo essencial, em contraste com uma concentração de 11% em torno de 17h (SILVA *et. al.*, 1999 apud GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

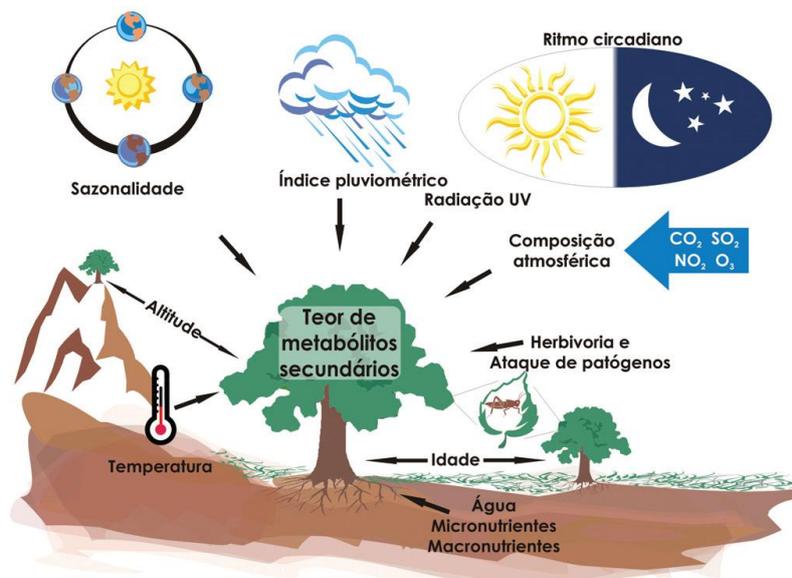


Figura 2. Principais fatores que podem influenciar o acúmulo de metabólitos secundários em planta. Fonte: Gobbo-Neto; Lopes (2007).

Uma das funções que os óleos essenciais exercem nas plantas é a de adaptação ao meio ambiente, atuando na defesa contra o ataque de predadores, atração de agentes polinizadores, proteção contra perda de água e aumento da temperatura e como os inibidores de germinação (SANTOS, 1999; CROTEAU *et. al.*, 2000; FERESIN *et. al.*, 2001). O efeito alelopático dos óleos essenciais tem sido comprovado em diversos trabalhos. Os terpenos voláteis, tais como 1,8 cineol e canfôra presente em *Salvia leucophilla* Greene, α -tujona e iso-tujona na *Artemisia californica* Less., entre outros, são apontados como responsáveis por esses efeitos inibitórios (HARBONE, 1999, apud SIMÕES *et. al.*, 2004).

Trabalhos desenvolvidos com extrato bruto ou óleo essencial obtido a partir de plantas medicinais da flora nativa têm indicado o potencial das mesmas no controle de fitopatógenos, tanto por sua ação fungitóxica direta, inibindo o crescimento micelial e a germinação de esporos, quanto pela indução de fitoalexinas, indicando a presença de

compostos com características de elicitores (ROZWALKA *et. al.*,2008). Bastos e Alburquerque (2004) estudaram o efeito do óleo essencial de *Piper aduncum* L. no controle em pós-polheita de *Colletotricum musae* em banana e os resultados mostraram que o óleo na concentração 1% foi eficaz, sendo capaz de impedir a manifestação de podridões nos frutos de banana. Carnelossi *et. al.* (2009) avaliaram os óleos essenciais de *Cymbopogon citratus* (capim-limão), *Eucalyptus citriodora* (eucalipto), *Mentha arvensis* (menta) e *Artemisia dracuncululus* (estragão) no controle in vitro e in vivo de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antracnose do mamão em pós-colheita e constataram 100% do efeito inibitório dos óleos sobre o crescimento micelial do fungo. Estes trabalhos têm demonstrado que os óleos essenciais podem ser uma alternativa aos defensivos sintéticos e uma ferramenta destaque no manejo integrado de doenças.

Os óleos essenciais obtidos de espécies vegetais são fontes em potencial de substâncias biologicamente ativas, as quais são utilizadas como matéria-prima para diversas indústrias. As principais delas são as de perfumaria, alimentos e farmacêutica. Entretanto, os óleos essenciais estão presentes em quase todos os setores de atividades: na indústria de tabaco, consumidores de mentol para a aromatização de fumo, na indústria têxtil, usados como mascaradores de odores, indústria petroquímica que usam essências ou derivados como lubrificantes, na indústria de pintura, tendo como solvente biodegradável o limoneno, indústria dos produtos de limpeza, como desinfetantes, amaciantes e sabonetes, que são formulados a base de plantas aromáticas ou subproduto delas, tendo a terebentina e as essências cítricas como as mais utilizadas para esses fins (BANDONI; CZEPAK, 2008).

Existe também um amplo uso dos óleos essenciais na alopatia, como por exemplo, o eugenol, utilizado como analgésico de uso tópico; o eucaliptol (1,8-cineol) e o timol como antiséptico; o mentol como antipruriginoso e o α -bisabolol como antiinflamatório local. Também tem sido reconhecido o uso dos óleos essenciais na veterinária como piolhícida (limoneno e mentas), repelentes de insetos e carrapatos (citronela) (BANDONI; CZEPAK, 2008).

Atualmente, existem cerca de 300 produtos naturais utilizados como matérias-primas na indústria de aromas e fragrâncias (LAWRENCE, 1993). Os 20 óleos de maior importância no mercado mundial estão apresentados na Tabela 1. Em dados de pesquisas sobre o mercado mundial de OE, o Brasil aparece como um dos quatro principais produtores, ao lado da Índia, China e Indonésia, devido principalmente, à

produção e fornecimento de OE de laranja, limão, lima e outros cítricos, que são subprodutos da indústria de sucos. Avalia-se a produção nacional de óleos essenciais em 45 milhões de dólares, o que corresponde a 13,1% da produção mundial (SILVA *et. al.*, 2005). O Brasil é o único fornecedor de OE de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* var. *amazônica* Ducke) no mundo, cujo óleo essencial da madeira extraído por arraste a vapor é rico em linalol. Foi o primeiro OE extraído em larga escala e exportado pelo Brasil.

Tabela 1. Os principais óleos essenciais no mercado mundial.

| Óleo essencial | Espécies |
|--------------------------|--|
| Laranja | <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck |
| Menta japonesa (Índia) | <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperascens</i> Malinv. ex Holmes |
| Eucalipto qt. cineol | <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. e. <i>polybractea</i> F. Muell R.T. Baker |
| Citronela | <i>Cymbopogon winterianus</i> Jowitt e <i>C. nardus</i> (L.) Rendle |
| Hortelã-pimenta | <i>Mentha x piperita</i> L. |
| Limão | <i>Citrus limon</i> (L.) Osbek. |
| Eucalipto qt. citronelal | <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook. |
| Folha de cravo | <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. e LM Perry |
| Cedro (EUA) | <i>Juniperus virginiana</i> L. e <i>J. ashei</i> J. Buchholz |
| Sassafrás (Brasil) | <i>Ocotea pretiosa</i> Benth & Hook. |
| Lima destilada (Brasil) | <i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle |
| Hortelã nativa | <i>Mentha spicata</i> L. |
| Cedro (chinês) | <i>Chamaecyparis funebris</i> (Endl.) Franco |
| Lavandin | <i>Lavandula intermedia</i> Emeric ex Loisel |
| Sassafrás (chinês) | <i>Cinnamomum micranthum</i> (Hayata) Hayata |
| Cânfora | <i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J. Presl. |
| Coentro | <i>Coriandrum sativum</i> L. |
| Toranja | <i>Citrus paradisi</i> Macfady |
| Patchouli | <i>Pogostemon cablin</i> (Blanco) Benth. |

Fonte: Adaptado de Bizzo (2009).

Espécies de capins, como vetiver [*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash], citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) e capim-limão [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf], todos pertencentes à família Poaceae, já eram cultivados no país para estes fins desde os anos 1950 (BIZZO, 2009).

Entre as indústrias produtoras de óleo essencial no Brasil citadas no trabalho de Bizzo (2009), tem-se a Dierberger, Duas Rodas Industrial e a Ioto Internacional. A empresa Dierberger tem como principal produto os OEs de mandarina, limão siciliano, laranja azeda, limão Taiti, bergamota e, recentemente, a priprioca (*Cyperus articulatus*), planta nativa da Amazônia com características amadeiradas e com crescente demanda no mercado de produtos naturais. A Duas Rodas Industrial é uma das maiores produtoras de matérias-primas a base de óleo essencial para a indústria de alimentos da América Latina. Foi fundada em 1925 e atualmente exporta sua matéria prima para toda América Latina, América do Norte e países da Europa, África e Ásia. A Ioto Internacional é uma empresa de pequeno porte e a única empresa na América Latina especializada em aromas para tabaco. O Brasil destaca-se na produção mundial de OE, mas sofre de problemas crônicos como falta de manutenção do padrão de qualidade dos óleos essenciais, representatividade nacional e baixos investimentos governamentais no setor (BIZZO, 2009).

1.2. Plantas aromáticas no Cerrado

O bioma Cerrado é bastante rico em espécies medicinais e aromáticas, em função de suas características morfológicas, com xilopódios e cascas que acumulam reservas e com frequência possuem substâncias farmacologicamente ativas. As características edafo-climáticas neste bioma promovem ao Cerrado uma grande diversidade de habitat, dando origem a diversas formas fisionômicas de vegetação nativa: cerradão, cerrado *sensu stricto*, campo sujo, campo limpo, mata de galeria, matas decíduas, entre outras. Este bioma apresenta ampla diversidade de famílias, gêneros e espécies com grande importância do seu uso medicinal pela população (VIEIRA; MARTINS, 2000). O Cerrado, tido como a savana tropical mais diversificada do mundo, com nível de flora endêmica superior a 40%, possui um grande número de espécies aromáticas e produtoras de óleo essencial, tais como: hortelã do campo (*Hyptis cana* Pohl ex Benth), sucupira branca [(*Pterodon pubescens* (Benth.) Benth.)], tapera-velha (*Hyptis suaveolens* (L.) Poir), cedro rosa (*Cedrela odorata* Linn.), copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), arnica (*Lychnophora ericoides* Mart.), laranjinha do cerrado (*Styrax ferrugineus* Ness & Mart.) e pindaíba [*Xylopia aromática* (Lam.) Mart.] (ALMEIDA *et. al.*, 1998).

A utilização de óleos essenciais de plantas nativas é proveniente em sua maioria, do extrativismo desordenado, devido ao pouco manejo aplicado para estas espécies, o que acarreta problemas para populações de ocorrência espontânea (MORAIS; CASTANHA, 2011). Cerca de metade dos 2 milhões de km² originais do Cerrado foram transformados em pastagens plantadas, culturas anuais e outros tipos de uso (KLINK; MACHADO, 2005). Apesar de não ser o maior responsável pelo desmatamento, o extrativismo predatório colabora para o desaparecimento de diversas espécies nativas. Para a prática de extrativismo sustentável é necessário levar em consideração conhecimentos acerca de diversos aspectos da planta, como propagação, floração e época adequada de produção de metabólitos.

Apesar do grande potencial do Brasil para a exploração de óleos essenciais de espécies nativas e da importância dos conhecimentos acerca da dinâmica desses óleos, ainda existem poucas pesquisas na área. No Cerrado, apenas algumas espécies foram estudadas quanto à presença de óleos essenciais, sendo necessário, portanto, mais estudos acerca desse tema, a fim de aproveitar melhor o potencial desse Bioma e promover o extrativismo sustentável.

1.3. Plantas aromáticas da família Asteraceae

A família Asteraceae, descrita inicialmente como Compositae por Dietrich Giseke, é a maior dentre as angiospermas (BREMER, 1994), sendo uma das mais completas e diversificadas das famílias botânicas. Essa família compreende 1.528 gêneros, com aproximadamente 22.750 espécies distribuídas por todo o mundo, exceto na Antártica (DI STASI; HIRUMA-LIMA, 2002; FUNK *et. al.* 2005), ocupando as regiões tropicais, subtropicais e temperadas, com grande representatividade na América do Sul. No Brasil, a família Asteraceae apresenta 277 gêneros, dos quais 100 ocorrem no Cerrado (MENDONÇA *et. al.*, 1998). Possui 2049 espécies sendo metade delas endêmicas do país. Sua maior expressão está no Cerrado brasileiro, com 1231 espécies, seguida da Mata Atlântica, com 889 espécies (BARROSO *et. al.*, 1991; HEIDEN; SCHNEIDER, 2013; NAKAJIMA *et. al.*, 2013).

As espécies da Asteraceae possuem aspecto extremamente variado, incluindo principalmente pequenas ervas ou arbustos e raramente árvores (HEYWOOD, 1993). Possuem como características gerais as inflorescências tipicamente em capítulos, flores cercadas por brácteas dispostas em uma ou mais séries. As flores são individuais,

andrógenas ou unissexuais, ovário ínfero bicarpelar, unilocular e uniovulado e os frutos são do tipo aquênio (WATSON; DALLWITZ, 1992).

Diversos trabalhos científicos têm demonstrado a importância de espécies da família Asteraceae para a medicina, no tratamento e prevenção de várias doenças (JOLY, 1967). A *Calea divaricata* Benth., por exemplo, é utilizada na Venezuela como remédio para febre. Espécies de *Acmella*, da América do Sul, e *Salmea scandens* (L.) DC., da América Central, são utilizadas para aliviar dores de dentes. Na medicina popular e no comércio de fitoterápicos, vários remédios são extraídos de espécies de *Arnica montana* L., *Calendula officinalis* L. e *Echinacea purpurea*. O Guaco (*Mikania glomerata* Spreng.), por exemplo, é um fitoterápico brasileiro utilizado para problemas respiratórios e outras espécies de *Mikania* são utilizadas também como remédios para picada de cobra. Com relação à indústria alimentícia, importantes alimentos são derivados das Asteraceae. Dentre eles estão a alface (*Lactuca sativa* L.), o girassol (*Helianthus annuus* L.), a chicória (*Cichorium intybus* L.) e a alcachofra (*Cynara scolymus* L.), entre outras (PRUSKI; SANCHO, 2004 apud BRINGEL, 2007).

Entre as espécies de Asteraceae mais conhecidas do Cerrado brasileiro podemos citar: *Achyrocline alata* (Kunth) DC. (macela), usada na medicina popular e no artesanato regional, e como enchimento de travesseiros e estofados de móveis com os capítulos; *Lychnophora ericoides* Mart. (arnica), usada na medicina popular principalmente como anti-inflamatório; *Piptocarpha rotundifolia* (Less.) Baker, que fornece madeira, além do uso no artesanato e medicinal e *Vernonia ferruginea* Less [= *Vernonanthura ferruginea* (Less.) H. Rob.], planta melífera cujas folhas são tidas como diuréticas e cujas flores podem ser usadas em perfumarias (ALMEIDA *et. al.* 1998).

Inúmeras plantas desta família são produtoras de óleo essencial de importância comercial sendo usados, em sua maioria, nas indústrias de perfumes e licores (CRAVEIRO *et. al.*, 1981). Destaque é dado à candeia [*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish], uma espécie produtora de óleo essencial com grande importância para o mercado brasileiro. Existem cinco indústrias de óleo essencial bruto de candeia natural no Brasil, com uma produção anual estimada em cerca de 170 mil quilos de óleo essencial, sendo grande parte exportada, principalmente para países europeus. O alfa-bisabolol, composto químico isolado do óleo essencial bruto da candeia, é produzido por apenas três indústrias brasileiras, que o vendem para distribuidores e indústrias de cosméticos e de fármacos, como componente em formulações para cosméticos,

protetores solares, cremes dentais, loções pós-barba, cremes para barbear e produtos para depilação, entre outros (LONGHI *et. al.*, 2009).

A tribo Astereae, a qual o gênero *Baccharis* pertence, foi descrita por Nesom e Robinson (2007) como a segunda maior tribo de Asteraceae, constituída por 205 gêneros e cerca de 3.080 espécies. Possui distribuição cosmopolita, sendo encontrada geralmente em regiões montanhosas da América do Sul e do sudoeste da América do Norte, sul do continente africano, Austrália e Nova Zelândia (BREMER, 1994).

Baccharis é um gênero produtor de óleo essencial com grande representatividade no Cerrado brasileiro. Conta com aproximadamente 500 espécies distribuídas principalmente no Brasil, Argentina, Colômbia, Chile e México. No Brasil, estão descritas 170 espécies de *Baccharis*, sendo 103 endêmicas, distribuídas em maior concentração na Região Sul e Sudeste do país. São, em geral, arbustos perenes de 50 cm a 4 m de altura. Algumas espécies de *Baccharis* são eficientes hospedeiras de insetos herbívoros e polinizadores por permanecerem verdes e em floração durante o ano todo (BOLD, 1989). Na medicina tradicional as espécies de *Baccharis* são descritas para diversos usos: no tratamento de diabetes, ferimentos, úlceras, febre e doenças gastrintestinais como espasmolíticos, diurético, analgésico, antiinflamatório, como antisséptico e cicatrizante para uso externo no tratamento de infecções fúngicas e bacterianas (LOAYZA *et. al.*, 1995; ABAD *et. al.*, 2006; BUDEL *et. al.*, 2008; XAVIER, 2011). Inúmeras espécies de *Baccharis*, usadas como medicinais ainda não foram estudadas, e a realização de tais estudos poderá levar ao desenvolvimento de novos fármacos, cosméticos e até mesmo inseticidas. Entre as espécies de *Baccharis* mais pesquisadas encontram-se *B. anomala* DC., *B. dracunculifolia* DC., *B. trimera* (Less.) DC. (= *B. crispa* Spreng), *B. salicifolia*, *Baccharis uncinella* (Figura 3 e 4).

A espécie *B. anomala*, conhecida como uva-do-mato e cambara-de-cipsao ocorre no Sul e Sudeste, nos domínios Mata Atlântica e Pampa (HEIDEN; SCHNEIDER, 2013). É utilizada popularmente como diurética e os extratos desta planta têm demonstrado atividade antioxidante, antimutagênica e anticarcinogênica (KADA *et. al.*, 1985). *Baccharis uncinella* DC., que tem como sinonímia *B. discolor*, é encontrada desde o Rio de Janeiro até o sul do Brasil sendo conhecida popularmente como vassoura e vassoura-lageana (BARROSO, 1976). Estudos mostram que esta espécie apresenta atividade antiviral contra *Herpes simplex* do tipo I e que o óleo essencial das partes aéreas possui atividade antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa* (BUDEL; DUARTE, 2008).



Figura 3. *Baccharis anômala* (à direita); *Baccharis dracunculifolia* (à esquerda). Imagem: Paulo Schwirkowski (FloraRS)



Figura 4. À direita, *Baccharis salicifolia*. Imagem: Stan Shebs; Ao centro, *Baccharis trimera*. Imagem: Rosângela Rolim; À esquerda, *Baccharis uncinella*. Imagem: Paulo Schwirkowski (FloraRS)

Baccharis trimera (Less.) DC. tem como sinônimas *B. crispa* e *B. genistelloides* (Lam.) Pers., é amplamente distribuída na América do Sul e conhecida popularmente como carqueja. Esta espécie tem sido bastante estudada farmacologicamente e diversos autores publicaram suas ações, como consta no trabalho de Budel e Duarte (2009), em que a *Baccharis trimera* apresenta atividades moluscicida, hepatoprotetora, antiinflamatória, analgésica, bacteriostática, bactericida, antiproteolítica, anti-hemorragica contra veneno de cobra e antidiabética. Nesse trabalho, o óleo essencial desta espécie apresentou α -pineno, β -pineno, carquejol, acetato de carquejila, canfeno e nopineno. Na medicina popular *B. trimera* é usada como diurética, tônica, digestiva (LORENZI & MATOS, 2008; SCHMIDT *et. al.*, 2008), protetora e estimulante do fígado, antianêmica, anti-reumática, depurativa, para o controle da obesidade, diabetes, hepatite, gastroenterites e também é utilizada na indústria de cervejaria como substituto do lúpulo e na aromatização de refrigerantes e de licores (CASTRO; FERREIRA, 2000). Na agricultura é aproveitada pelas propriedades alelopáticas retardando a velocidade na germinação de sementes inibindo o crescimento de diversos fitopatógenos (MILANESI *et. al.*, 2009; CASTRO; FERREIRA, 2000; SCHWAN-ESTRADA *et. al.*, 2000).

B. dracunculifolia, popularmente conhecida como alecrim-do-campo, vassourinha ou alecrim-de-vassoura, ocorre da região sudeste à sul do Brasil e se estende até a Argentina, Uruguai, Paraguai e Bolívia (BARROSO 1976). É comum em cerrados, pastagens abandonadas e áreas de sucessão. Esta espécie tem sido estudada devido, principalmente, à sua utilização pelas abelhas para formação de própolis.. No sudeste brasileiro, o óleo extraído de folhas e caules de *B. dracunculifolia* e *B. trimera* é utilizado como fragrância (BAUER *et. al.*, 1978).

Em relação à fitoquímica do gênero *Baccharis*, aproximadamente 15% das espécies tiveram trabalhos publicados na área de fitoquímica (MOREIRA *et. al.*, 2003) e pesquisas envolvendo óleos essenciais dessas espécies ainda são incipientes. Os estudos desenvolvidos nessa área para este gênero relatam a presença de compostos como flavonóides, diterpenos, taninos, óleo essencial e saponinas. Dentre eles, os componentes mais abundantes são os diterpenóides (ABAD; BERMEJO, 2007). Entre os compostos mais encontrados nos estudos de óleos essenciais de *Baccharis* estão o α -pineno, β -pineno, sabineno, mirceno, limoneno, terpinen-4-ol, δ -cadineno, espatulenol e oxido de cariofileno (XAVIER, 2011). O óleo essencial de *B. uncinella* DC. apresenta como principais componentes alfa-pineno, beta-pineno, limoneno, espatulenol, globulol,

E-nerolidol, biciclogermacreno e terpinen-4-ol (FRIZZO *et. al.*, 2001; AGOSTINI *et. al.*, 2005). O óleo essencial dessa espécie exibe atividade antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa* (FERRONATO *et. al.*, 2007). Outras espécies que apresentam terpenóides são *Baccharis salicifolia*, com α -felandreno, germacreno-D, biciclogermacreno e δ -cadineno e *Baccharis latifolia* com α -tujeno, α -pineno, limoneno e germacreno-D como terpenóides majoritários (PURNHAGEN, 2010). Diversos trabalhos apresentam o teor de óleo essencial encontrado em espécies de *Baccharis* e alguns deles estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Distribuição de algumas espécies de *Baccharis* e seus teores de óleo essencial (em %) citados na literatura.

| Espécie | Distribuição* | Teor de OE (%) | Autor |
|---|--|-----------------------|--|
| <i>B. anomala</i> DC. | Mata Atlântica, Pampa | 0,04 - 0,05 | XAVIER (2011) |
| <i>B. articulata</i> (Lam.) Pers. | Mata Atlântica, Pampa | 0,3 | SIQUEIRA <i>et. al.</i> (1985; 1986) |
| <i>B. articulata</i> (Lam.) Pers. | Mata Atlântica, Pampa | 0,5 | AGOSTINI <i>et. al.</i> (2005); BUDEL <i>et. al.</i> (2004); FLORO <i>et. al.</i> (2012) |
| <i>B. articulata</i> (Lam.) Pers. | Mata Atlântica, Pampa | 0,22 | BONA <i>et. al.</i> (2002) |
| <i>B. articulata</i> (Lam.) Pers. | Mata Atlântica, Pampa | < 0,2 | ZUNINO <i>et. al.</i> (1998) |
| <i>B. cylindrica</i> (Less.) DC. | Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa | 0,6 | BUDEL <i>et. al.</i> (2005) |
| <i>B. dentata</i> (Vell.) G.M.Barroso | Cerrado e Mata Atlântica | 0,03 - 0,04 | XAVIER (2011) |
| <i>B. dracunculifolia</i> DC. | Cerrado, Mata Atlântica, Pampa | 0,25 | SIQUEIRA <i>et. al.</i> (1986); LAGO <i>et. al.</i> (2008) |
| <i>B. dracunculifolia</i> DC. | Cerrado, Mata Atlântica, Pampa | 0,16 - 0,32 | LOAYZA <i>et. al.</i> (1995) |
| <i>B. dracunculifolia</i> DC. | Cerrado, Mata Atlântica, Pampa | 0,8 | BUDEL <i>et. al.</i> (2004); FLORO <i>et. al.</i> (2012) |
| <i>B. dracunculifolia</i> DC. | Cerrado, Mata Atlântica, Pampa | 0,5 - 1,0 | WEYERSTAHL <i>et. al.</i> (1996) |
| <i>B. dracunculifolia</i> DC. | Cerrado, Mata Atlântica, Pampa | 0,32-0,34 | FRIZZO <i>et. al.</i> (2008) |
| <i>B. gaudichaudiana</i> (Lam.) Pers. | Mata Atlântica, Pampa | 0,1 - 0,2 | RETTA (2009) |
| <i>B. gaudichaudiana</i> (Lam.) Pers. | Mata Atlântica, Pampa | 0,1 | BUDEL <i>et. al.</i> 2006; FLORO <i>et. al.</i> (2012) |
| <i>B. genistelloides subsp. crispa</i> (Spreng.) Joch.Müll. | Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa | 0,6 | FLORO <i>et. al.</i> (2012) |
| <i>B. latifolia</i> (Ruiz; Pav.) Pers. | Sem registro na flora brasileira | 0,18 - 0,45 | LOAYZA <i>et. al.</i> (1996) |
| <i>B. microcephala</i> (Less.) DC. | Cerrado, Mata Atlântica, Pampa | 0,1 - 0,2 | RETTA (2009) |
| <i>B. microdonta</i> DC. | Cerrado, Mata Atlântica, Pampa | 0,09 | LAGO <i>et. al.</i> (2008) |
| <i>B. myrtilloides</i> Griseb. | Sem registro na flora brasileira | < 0,2 | ZUNINO <i>et. al.</i> (1998) |
| <i>B. oxydonta</i> DC. | Cerrado, Mata Atlântica, Pampa | 0,3 | BUDEL <i>et. al.</i> (2004) |

| Espécie | Distribuição* | Teor de OE (%) | Autor |
|---|--|-----------------------|--|
| <i>B. phyteumoides</i> (Less.) DC. | Pampa | 0,1 - 0,2 | RETTA (2009) |
| <i>B. regnelli</i> Sch.Bip. ex Baker | Mata Atlântica | 0,12 | LAGO <i>et. al.</i> (2008) |
| <i>B. retusa</i> DC. | Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa | 0,3 | SILVA; GROTTA (1971) |
| <i>B. rufescens</i> Spreng. | Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal | < 0,2 | ZUNINO <i>et. al.</i> (1998) |
| <i>B. salicifolia</i> (Ruiz ; Pav.) Pers. | Amazônia, Cerrado | 0,16 - 0,3 | LOAYZA <i>et. al.</i> (1995) |
| <i>B. schultzii</i> Baker | Cerrado, Mata Atlântica | 0,08 | LAGO <i>et. al.</i> (2008) |
| <i>B. semiserrata</i> DC. | Mata Atlântica | 0,22 | VANINI <i>et. al.</i> (2013) |
| <i>B. spicata</i> (Lam.) Baill. | Mata Atlântica, Pampa | 0,1 - 0,2 | RETTA (2009) |
| <i>B. tandilensis</i> Speg. | Cerrado, Mata Atlântica, Pampa | 0,85 - 1,25 | PRADO <i>et. al.</i> (2003) |
| <i>B. tridentata</i> Vahl. | Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal | 0,09 | SOUZA (2011) |
| <i>B. trimera</i> Spreng. | Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa | 0,3 | SIQUEIRA <i>et. al.</i> (1986); FARMACOPÉIA (2003) |
| <i>B. trimera</i> Spreng. | Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa | 0,11 - 0,32 | SILVA <i>et. al.</i> (2007) |
| <i>B. trimera</i> Spreng. | Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa | 0,04 - 0,06 | SILVA <i>et. al.</i> (2006) |
| <i>B. trimera</i> Spreng. | Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa | 0,15 | LAGO <i>et. al.</i> (2008) |
| <i>B. uncinella</i> DC. | Mata Atlântica (endêmica do Brasil) | 0,65 | VANINI <i>et. al.</i> (2012) |
| <i>B. uncinella</i> DC. | Mata Atlântica (endêmica do Brasil) | 0,23% | SERAFINI (2001); FERRONATO <i>et. al.</i> (2007) |
| <i>B. uncinella</i> DC. | Mata Atlântica (endêmica do Brasil) | 0,32-0,34 | FRIZZO <i>et. al.</i> (2008) |
| <i>B. uncinella</i> DC. | Mata Atlântica (endêmica do Brasil) | 0,2-0,3 | PURNHAGEN (2010) |
| <i>B. uncinella</i> DC. | Mata Atlântica (endêmica do Brasil) | 0,17 | LAGO <i>et. al.</i> (2008) |
| <i>B. uncinella</i> DC. | Mata Atlântica (endêmica do Brasil) | 0,14 - 0,16 | XAVIER (2011) |

* Fonte: Lista de espécies da Flora do Brasil. Disponível em: www.floradobrasil.jbrj.gov.br

A espécie estudada no presente trabalho, *Baccharis reticularia* DC. (Figura 5) é nativa e endêmica do Brasil sendo encontrada no Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica, HEIDEN ; SCHNEIDER, 2013). A *Baccharis reticularia* DC, tem como sinônimas *Baccharis micropoda* Baker, *Baccharis arctostaphyloides* Baker e *Baccharis bahiensis* Baker.

A seguir, são descritos os aspectos botânicos de *Baccharis reticularia*: arbusto, de 1-2 metros de altura, ereto, ramificado. Ramos cilíndricos, estriados, cicatricosos, glabros, resinosos. Folhas alternas, espiraladas; pecíolo de 1-4 mm comprimento, resinoso, oboval a oblanceolada, ápice agudo a obtuso, base cuneada, decorrente, margem inteira a denteada na porção superior, papirácea, trinérvea, ambas faces glanduloso-pontuadas. Sinflorescência diplobótrio, homotética. Capítulos numerosos, os femininos sésseis e os masculinos com pedúnculos 2-5 mm de comprimento; receptáculo convexo, alveolado, glabro; brácteas 0,5-1,5 cm comprimento, oblanceoladas, semelhantes às folhas. Capítulo feminino cilíndrico, cerca de 5 mm de comprimento; bráctea involucrais 4 a 5-seriadas, externas 1-3 x 1 mm, internas 1-5 x 1,5 mm, persistentes, elípticas a lanceoladas, glabras, glandulosas; ápice agudo, ciliado, margem hialina. Flores ca. 4mm; corola ca. 2,5 mm compr., levemente serícea, com tricomas esparsos, 5-lobada, lobos triangulares, glabros; estilete ca. 3 mm compr., ramos lanceolados, curtopapilosos. Capítulo masculino campanulado, ca. 3 mm compr.; brácteas involucrais 4 a 5-seriadas, externas 1-2 x 0,7-1 mm, internas 2,5-3 x 1 mm, persistentes, elípticas a lanceoladas, glabras, glandulosas, ápice agudo, ciliado, margem hialina. Flores 10-15; corola infundibuliforme ca. 2,5 mm compr., glandulosa, 5-lobada, lobos com cerca de 1 mm de comprimento, lanceolados, glandulosos, com tricomas curtos na base; estilete 2,5 mm compr., ramos triangulares, papilosos. Papilho 2-3 mm compr., estramíneo, caduco e com cerdas de ápice agudo nas flores femininas, persistente e longo barbelado nas masculinas. Cipsela 1,5-2 mm compr., convexa, 12-angulosa, glandulosa (BORGES; FORZZA, 2008).

Trabalhos referentes à produção de óleo essencial de *Baccharis reticularia* DC. não constam na literatura, podendo-se dizer que a pesquisa inicia-se com o presente estudo. Para tanto, estabeleceu-se a hipótese de que existem variações na produção de óleo essencial pelas plantas dependendo dos fatores de influência as quais forem submetidas. Dessa forma, os objetivos deste trabalho estão descritos a seguir.



Figura 5. *Baccharis reticularia* DC. Imagem: Roberto Fontes Vieira.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar quantitativamente e qualitativamente o óleo essencial de *B. reticularia* proveniente de três localidades do bioma Cerrado e coletado em cinco diferentes épocas.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar análise comparativa do rendimento e composição de óleo essencial de *Baccharis reticularia* DC. de três procedências na região do Distrito Federal.
- Realizar análise comparativa do rendimento e composição de óleo essencial de *B. reticularia* em cinco diferentes épocas do ano no Distrito Federal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, M.J.; BESSA, A.L.; BALLARIN, B.; ARAGÓN, O.; GONZALES, E.; BERMEJO, P. Anti-inflammatory activity of four Bolivian *Baccharis* species (Compositae). J Ethnopharmacol, v.103, p.338-344, 2006.

ABAD, M.J.; BERMEJO, P. *Baccharis* (Compositae): a review update. ARKIVOC, v.7, p.76-96, 2007.

AGOSTINI, F.; SANTOS, A.C.A.; ROSSATO, M.; PANSERA, M.R.; ZATTERA, F.; WASUM, R.; SERAFINI, L.A. Estudo do óleo essencial de algumas espécies do gênero *Baccharis* (Asteraceae) do sul do Brasil. Rev. Bras. Farmacogn., v.15, n.3, p.215-220, 2005.

ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.; SANO, S.N.; RIBEIRO, J.F. Cerrado. Espécies vegetais úteis. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998, 469 p

BANDONI, A.L.; CZEPAK, M.P. Os recursos vegetais aromáticos no Brasil: seu aproveitamento industrial para a produção de aromas e sabores. EDUFES, Vitória, ES, 2008. 623 p.

BARROSO, G.M.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F.; COSTA, C.G.; GUIMARÃES, E.F.; LIMA, H.C. Sistemática de Angiospermas do Brasil. Viçosa, Editora UFV, v.3, 1991, 326 p.

BARROSO, G.M. Compositae - Subtribo Baccharidinae Hoffmann - Estudo das espécies ocorrentes no Brasil. Rodriguésia, v.28, p.1-273, 1976.

BASTOS, C.N.; ALBUQUERQUE, P.S.B. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotrichum musae* em banana. Fitopatologia Brasileira v.29, p.555-557, 2004.

BAUER, L., SILVA; SIQUEIRA, N.; BACHA, C. S. Os óleos essenciais de *Baccharis dracunculifolia* DC e *B. genistelloides* Pers. do Rio Grande do Sul. Revista do Centro de Ciência da Saúde, v.6, p.7-12, 1978.

BIZZO, H.R.; HOVELL, A.M.C.; REZENDE, C.M.; Óleos essenciais no Brasil: Aspectos Gerais, Desenvolvimento e Perspectivas. Química Nova, v. 32, n.3, p.588-594, 2009.

BOLD, T.P.E. *Baccharis* (Asteraceae), a review of its taxonomy, phytochemistry, ecology, economic status, natural enemies and the potential for its biological control in the United States. Texas: College Station. 1989.

BORGES, R.A.X.; FORZZA, R.C. A tribo Astereae (Asteraceae) no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. Boletim de Botânica, v.26, n.2, p.131-154, 2008.

BREMER, K. Asteraceae. Cladistics and Classification. Timber Press, Portland. 1994.

BRINGEL, J.R. A tribo Heliantheae Cassini (Asteraceae) na bacia do Rio Paraná (GO, TO). 2007. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal. 152p. 2007.

BUDEL, J.M.; DUARTE, M.R.; Estudo farmacobotânico de folha e caule de *Baccharis uncinella* DC. Asteraceae. Acta Farmaceutica Bonaerense. , v.27, p.740-746, 2008.

BUDEL, J.M.; DUARTE, M.R.. Análise morfoanatômica comparativa de duas espécies de carqueja: *Baccharis microcephala* DC. e *B. trimera* (Less.) DC., Asteraceae. Braz. J. Pharm. Sci., , v.45, n.1, p.75-85. 2009.

CARNELOSSI, P.R.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; CRUZ, M.E.S.; ITAKO, A.T.; MESQUINI, R.M. Óleos essenciais no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu, v.11, n.4, p.399-406, 2009.

CASTRO, H.G.; FERREIRA, F.A. Contribuição ao estudo das plantas medicinais Carqueja (*Baccharis genistelloides*). Viçosa: UFV, 2000. 102p.

COSTA, M.A.C.; DE JESUS, J.G.; FARIAS, J.G.; NOGUEIRA, J.C.M.; OLIVEIRA, A.L.R.; FERRI, P.H.; Variação estacional do óleo essencial em arnica (*Lychnophora ericoides* Mart.). Rev. Biol. Neotrop., v.5, n.1, p.53-65, 2008.

COUTINHO, D.F.; AGRA, M.F.; BASÍLIO, I.J.L.D.; BARBOSA-FILHO, J.M. Morphoanatomical study of the leaves of *Ocotea duckei* Vattimo (Lauraceae Lauroideae). Revista Brasileira Farmacognosia, Paraná, v.16, p.537-544, 2006.

CRAVEIRO, A.A.; FERNANDES, A.G.; ANDRADE, C.H.S.; MATOS, F.J.A.; ALENCAR J.W.D.; MACHADO M.I.L. Óleos essenciais de plantas do nordeste. Fortaleza: UFC, 1981.

CROTEAU, R.; KUTCHAN, T.M.; LEWIS, N.G. Natural Products (Secondary Metabolites). In: Buchanan B., Gruissem W., Jones R. (Eds.) Biochemistry & Molecular Biology of Plants, Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. p.1250-1318.

CUNHA, A. P. O emprego das plantas aromáticas desde as antigas civilizações até o presente. Disponível em: < <http://antoniopcunha.com.sapo.pt>>. Acesso em: 21 abr. 2009.

DI STASI, L.C.; HIRUMA-LIMA, C.A. Plantas medicinais na Amazônia e Mata Atlântica. 2 ed. Ed. UNESP, São Paulo, 2002. 604p.

DOUGLAS, M.H.; VAN KLINK, J.W.; SMALLFI ELD, B.M.; PERRY, N.B.; ANDERSON, R.E.; JOHSTONE, P.; WEAVERS, R.T. Essential oils from New Zeland manuka: triketone and other chemotypes of *Leptospermum scoparium*. Phytochemistry v.65, p.1255-1264, 2004.

FERESIN, G.E. *et. al.* Antimicrobial activity of plants used in traditional medicine of San Juan Province, Argentine. Journal Ethnopharm, v.78, n.3, p.103-107, 2001.

FERRACINI, V.L.; PARAIBA, L.C.; LEITÃO FILHO, H.F.; SILVA, A.G.D.; NASCIMENTO, L.R.; MARSAIOLI, A.J. Essential oils of seven Brazilian *Baccharis* species.. J Essent Oil Res, v.7, p.355-367, 1995.

FERRONATTO, R.; MARCHESAN, E.D.; PEZENTI, E.; BEDNARSKI, F.; ONOFRE, S.B. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais produzidos por *Baccharis dracunculifolia* D.C. e *Baccharis uncinella* D.C. (Asteraceae). Rev Bras Farmacogn, v.17, p.224-230, 2007.

FRIZZO, C.D.; SERAFINI, L.A.; DELLACASSA, E.; LORENZO, D.; MOYNA, P. Essential oil of *Baccharis uncinella* DC. from Southern Brazil. J. Flavour Fragrance, v.16, p.286-288, 2001.

FUNK, V.A.; BAYER, R.J.; KEELEY, S.; CHAN, R.; WATSON, L.; GEMEINHOLZER, B.; SCHILLING, E.; PANERO, J.L.; BALDWIN, B.G.; GARCIA-JACAS, N.; SUSANNA, A.; JANSEN, R.K. Everywhere but Antarctica: using a supertree to understand the diversity and distribution of the Compositae. Biol. Skr., v.55, p.343-374, 2005.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. Química Nova, v.30, n.2, p.374-81, 2007.

HARBONE, 1999. Phytochemical dictionary: Handbook of bioactive compounds from plants 2nd (Edn.). Taylor and Francis, London, p.221-234.

HEIDEN, G.; SCHNEIDER, A. 2013. *Baccharis* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB5151>> Acessado em: julho de 2013.

HEYWOOD, V.H. Flowering plants of the world. Batsford, London, 1993.

JANSSEN, A.M.; SCHEFFER, J.J.C.; SWENDSEN, A.B. Antimicrobial activity of essential oils: A 1976-1986 literature review. Aspects of the tests methods. Planta Médica, v.53, p.395-398, 1987.

JOLY, A. B. Botânica: introdução a taxonomia vegetal, 7ª ed., Cia Editora Nacional: São Paulo, 1967.

KADA, T.; KANEKO, K.; MATSUZAKI, S.; MATSUSAKI, T.; HARA, Y. Detection and chemical identification of natural bio-antimutagens. Mutat Res., v.150, p.127-132, 1985.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B.A conservação do Cerrado brasileiro. Belo Horizonte, Megadiversidade, v.1, n.1, p.148-155, 2005.

KOKKINI, S.; KAROUSOU, A.R.; DARDIOTI, N.; KRIGAS; LANARAS, T.. Autumn essential oils of greek oregano. Phytochemistry, v.44, p.883-886, 1997.

LAGO, J.H.G. *et. al.* Composição química dos óleos essenciais de seis espécies do gênero *Baccharis* de "Campos de Altitude" da Mata Atlântica Paulista. Quimica Nova, v.31, n.4, p.727-30, 2008.

LAWRENCE, B.M. A planning scheme to evaluate new aromatic plants for the flavor and fragrance industries. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), New crops. Wiley, New York. 1993. p. 620-627.

LOAYSA, 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.

LONGHI, P.R.; SOUZA, A.J.D.; GARCIA R.F.; PIOVEZAN, V.R.; Estudo de caso do processo de extração do óleo essencial da madeira de Candeia no sul de Minas Gerais. Floresta, v.39, n.3, p.555-570, 2009.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. Plantas Mediciniais no Brasil: Nativas e Exóticas. 2ª Ed, Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2008. 544p.

MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA, J.R.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E. Flora vascular do cerrado. In SANO, S.M. & ALMEIDA, S.P. (eds.). Cerrado: ambiente e flora. EMBRAPA. Planaltina, p.289-556. 1998.

MILANESI, P.M. *et. al.* Ação fungitóxica de Extratosvegetais sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*. Revista da FZVA, v.16, n.1, p.01-13, 2009.

MONDIN, C.A.; BRINGEL, J.R.; NAKAJIMA, J. 2012. *Bidens* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB114852>> Acessado em: julho de 2013.

MORAIS, L.A.S.; CASTANHA, R.F. Composição química do óleo essencial de duas amostras de carqueja (*Baccharis* sp.) coletadas em Paty do Alferes - Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais (Impresso), v. 13, p. 628-632, 2011.

MORAIS, L.A.S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. Horticultura Brasileira, v.27, p.S4050-S4063. 2009.

MOREIRA, F.P.M. *et. al.* Flavonóides e triterpenos de *Baccharis pseudotenuifolia* – bioatividade sobre *Artemisia salina*. Química Nova, v.26, n.3, p.309-11, 2003.

NAKAJIMA, J.; LOEUILLE, B.; HEIDEN, G.; DEMATTEIS, M.; HATTORI, E.K.O.; MAGENTA, M.; RITTER, M.R.; MONDIN, C.A.; ROQUE, N.; FERREIRA, S.C.; TELES, A.M.; BORGES, R.A.X.; MONGE, M.; BRINGEL JR., J.B. A.; OLIVEIRA, C.T.; SOARES, P.N.; ALMEIDA, G.; SCHNEIDER, A.; SANCHO, G.; SAAVEDRA, M.M.; LIRO, R.M.; SOUZA-BUTURI, F.O.; PEREIRA, A.C.M.; MORAES, M.D.; SILVA, G.A.R.; MEDEIROS, J.D. 2013. *Asteraceae* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB55>. Acessado em: julho de 2013.

NESOM, G.; H. ROBINSON. X.V. Tribe Astereae Cass. (1819). Pp. 284–342 in K. Kubitzki (ed.), The Families and Genera of Vascular Plants, Vol. 8. Springer, Berlin. 2007.

PERES, L.E.P. Metabolismo Secundário. Piracicaba – São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. ESALQ/USP, 2004. p.1-10.

PRUSKI, J.F.; SANCHO, G.A. Asteraceae or Compositae. In: N. Smith, S.A. Mori, A. Henderson, D.W. Stevenson & S.V. Heald. Flowering Plants of the Neotropics. New York, Princeton University Press. 2004. p.33-38.

PURNHAGEN, L.R.P. Estudo Fitoquímico e Antibacteriano do óleo essenciais de *Baccharis uncinella* DC. do Município de Campo Alegre-SC. Dissertação de mestrado. Universidade Regional de Blumenau. Santa Catarina-SC, 2010.

QUEIROGA, C.L.; FUKAI, A.; MARSAIOLI, A. Composition of the essential oil of vassourá. J Braz Chem Soc, v.1, p.105-109, 1990.

RATES, S.M.K. Promoção do uso racional de fitoterápicos: uma abordagem no ensino de Farmacognosia. Rev Bras Farmacogn, v.11, n.2, p.57-69, 2001.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. Biologia Vegetal. 6^oed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2001. 906p.

ROZWALKA, L.C. *et. al.* Extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides* de frutos de goiaba. Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.2, p.301-307, 2008.

SANTOS, R.I. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: SIMÕES, C.M.O. *et. al.* Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS/Ed. da UFSC, 1999. p. 330-340.

SCHMIDT, F.B.; MARQUES, L.M.; MAYWORM, M.A.S. Efeito da sazonalidade sobre o potencial antibacteriano de extratos etanólicos de *Baccharis trimera* (Less) DC. (Asteraceae). Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v.10, n.2, p.1-5, 2008.

SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R.; CRUZ, M.E.S. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. Floresta, v.30, p.129-137, 2000.

SEMIR J. Revisão taxonômica de *Lychnophora* Mart.(Vernonieae: Compositae). 1991. 2v. Campinas, 515 p. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Biologia. 1991.

SILVA, M.G.V.; CRAVEIRO, A.A.; MATOS, F.J.A.; MACHADO, M.I.L.; ALENCAR, J.W. Chemical variation during daytime of constituents of the essential oil of *Ocimum gratissimum* leaves. Fitoterapia, v. 70, p. 32-34, 1999.

SILVA, L.V. CONSTANCIO, S.C.M.; MENDES, M.F.; COELHO, G.L.V. Extração do óleo essencial da pimenta rosa (*Schinus molle*) usando hidrodestilação e soxhlet. In: VI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica - COBEQ, Anais. São Paulo. 2005

SIMÕES, C.M.O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C.M.O. *et. al.* Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS/UFSC. Cap.18. 2000.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. Farmacognosia, da planta ao medicamento. 5 ed Florianópolis: Ed. UFRGS: 2004. 821p.

SOUZA, S.A.M.; MEIRA, M.R.; FIGUEIREDO, L.S.; MARTINS, E.R. Óleos essenciais: aspectos econômicos e sustentáveis. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 6, n.10, p. 1-11, 2010.

SOUZA, S.P. *et. al.* Óleo essencial de *Baccharis tridentata* Vahl: composição química, atividade antioxidante e fungitóxica, e caracterização morfológica das estruturas secretoras por microscopia eletrônica de varredura. Rev. bras. plantas med. [online]., v.13, n.4. 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; trad. SANTAREM *et. al.* Fisiologia Vegetal. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

VERDI, L.G.; BRIGHENTE, I.M.C.; PIZZOLATI, M.G. 2005. Gênero *Baccharis* (Asteraceae): Aspectos químicos, econômicos e biológicos. Quim Nova, v.28, p.85-94.

VIEIRA, R.F.; MARTINS, M.V.M. Recursos genéticos de plantas medicinais do cerrado: uma compilação de dados. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v.3, n.1, p.13-36. 2000.

XAVIER, V.B. Investigação sobre compostos voláteis de espécies de *Baccharis* nativas do Rio Grande do Sul. 2001. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais. Faculdade de Engenharia, PUCRS, Porto Alegre, 2011.

WATSON, L.; DALLWITZ, M.J. 1992. The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. Disponível em: <<http://delta-intkey.com/angio/www/composit.htm>> Acessado em: novembro de 2012.

CAPÍTULO 1

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Baccharis reticularia* DC. PROCEDENTE DE TRÊS LOCALIDADES DO DISTRITO FEDERAL

RESUMO

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Baccharis reticularia* DC. PROCEDENTE DE TRÊS LOCALIDADES DO DISTRITO FEDERAL.

Diversas espécies do gênero *Baccharis* são conhecidas popularmente e amplamente utilizadas devido as suas propriedades farmacológicas e organolépticas. *Baccharis reticularia* DC. é um arbusto aromático, nativa e endêmica do Brasil, cujas propriedades químicas e biológicas ainda não foram relatadas. O objetivo do presente trabalho foi realizar a caracterização química do óleo essencial desta espécie procedente de três locais no Distrito Federal. O óleo essencial das folhas e flores secas de cerca de 10 plantas de cada local foi extraído por hidrodestilação em aparelho Clevenger modificado e analisado por cromatografia gasosa (CG-FID) acoplada a espectrometria de massas (CG-MS). Os teores obtidos de óleo essencial variaram de 0,74% a 0,98% e não apresentaram diferenças significativas entre as populações. Os compostos majoritários (> 5,0 %) encontrados no óleo essencial das três populações foram beta-pineno, beta-felandreno, biciclogermacreno, germacreno-D, espatulenol e kessano. Ocorreram variações na porcentagem relativa dos constituintes químicos do óleo essencial das três populações. A análise Discriminante Canônica do perfil químico do óleo essencial de *B. reticularia* permitiu separar as três populações, evidenciando que podem apresentar diferentes características em seu aroma. As diferenças observadas ocorrem possivelmente em função da variação no ambiente e das características genéticas da espécie.

Palavras-chaves: *Baccharis reticularia*, óleo essencial, localidades, Distrito Federal.

ABSTRACT

CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE ESSENTIAL OIL OF *BACCHARIS RETICULARIA* DC. FROM THREE LOCATIONS OF DISTRITO FEDERAL.

Several species of the genus *Baccharis* are known and widely used due to its pharmacological properties. *Baccharis reticularia* DC. is an aromatic shrub, native and endemic to Brazil, whose chemical and biological properties have not yet been reported. The aim of this work was the characterization of the essential oil of this species coming from three locations in the Federal District. The essential oil from the dried leaves and flowers of about 10 plants of each site was extracted by hydrodistillation in a modified Clevenger apparatus and analyzed by gas chromatography (GC-FID) coupled to mass spectrometry (GC-MS). The contents of essential oil obtained ranged from 0.74% to 0.98% and did not differ statistically among the populations. The major compounds (> 5.0%) found in the essential oil of three populations of *B. reticularia* were beta-pinene, beta-phellandrene, bicyclogermacrene, germacrene-D, spathulenol and kessane. There were significant variations in the relative percentage of the chemical constituents of the essential oil of the three populations. The Canonical Discriminant Analysis of the chemical profile of the essential oil of *B. reticularia* allowed to separate the three populations, indicating they may present different characteristics in its aroma. The differences occur possibly due to changes in the environment and genetic characteristics of the species.

Key words: *Baccharis reticularia*, essential oil, location, Distrito Federal.

3.1. INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Baccharis*, conhecidas como “carqueja”, “vassoura” ou “vassourinha”, são em geral arbustos perenes de 50 cm a 4 m de altura, produtoras de óleo essencial e apresentam grande representatividade no Cerrado brasileiro. O gênero conta com aproximadamente 500 espécies distribuídas pelo Brasil, Andes, Patagônia, Guianas, México e as Antilhas, sendo 170 espécies aceitas para o Brasil, e destas 103 consideradas endêmicas (HEIDEN; SCHNEIDER, 2013; FERRACINI, 1995; GIULIANO, 2001). Diversas espécies do gênero têm sido pesquisadas devido a sua crescente importância como fonte de novos princípios ativos com diferentes aplicações, tais como sua utilização na indústria de perfumaria e cosméticos, no tratamento de doenças gastrointestinais e hepáticas, diabetes, infecções de pele, feridas, infecções virais e bacterianas, entre outras (QUEIROGA *et. al.*, 1990; SILVA JÚNIOR, 1997; OLIVEIRA *et. al.*, 2005; VERDI *et. al.* 2005; ABAD *et. al.* 2006; ABAD & BERMEJO, 2007; FERRONATTO *et. al.* 2007). Os compostos mais frequentemente encontrados nas espécies de *Baccharis* são os flavonóides e os terpenóides, como monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos e triterpenos (MOREIRA *et. al.* 2003, VERDI *et. al.* 2005).

Dentre as espécies mais pesquisadas, tem-se a *Baccharis trimera* (Less.) DC (*B. genistelloides* Pers.), amplamente distribuída na América do Sul e conhecida popularmente como carqueja. É utilizada na medicina tradicional, entre outras aplicações, para o tratamento de doenças de fígado e de reumatismo, a qual teve comprovadas suas ações anti-hepatóxica e anti-inflamatória (GENÉ *et. al.*, 1992). Outra espécie bastante citada é a *B. dracunculifolia* DC., popularmente conhecida como alecrim do campo ou alecrim-de-vassoura. Essa espécie ocorre da região sudeste à sul do Brasil, se estende até a Argentina, Uruguai, Paraguai e Bolívia (BARROSO, 1976) e é considerada a principal fonte botânica de própolis verde (ALENCAR *et. al.*, 2005; FIGUEIREDO, 2006; KUMAZAWA *et. al.*, 2003). A própolis verde possui diversas propriedades farmacológicas, como antiulcerogênica (BARROS *et. al.*, 2007), antioxidante (SIMÕES *et. al.*, 2004), antiinflamatória (MONTPIED *et. al.*, 2003), antimicrobiana (MARCUCCI *et. al.*, 2001), anestésica (Campos *et. al.*, 1998), fungicida (MARCUCCI *et. al.*, 1995), imunomoduladora (DIMOV *et. al.*, 1992) e cicatrizante (GHISALBERTI, 1979). Essa espécie possui ainda grande potencial de

recuperação de áreas degradadas por possuir características colonizadoras e invasoras, além de se estabelecer naturalmente em áreas degradadas (GOMES, 2002).

Baccharis reticularia DC., também registrada como alecrim-da-praia, é um arbusto de 1-2 metros de altura, ereto e ramificado, nativo e endêmica do Brasil. Ocorre nos domínios do Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica, nos estados da Bahia, Goiás, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Distrito Federal (HEIDEN; SCHNEIDER, 2013). É uma espécie frequentemente encontrada na região do Distrito Federal, tanto em locais de mata preservada quanto em ambientes antropizados, porém, pouco se conhece sobre ela e não consta na literatura trabalhos acerca da sua utilização.

O rendimento e a composição química do óleo essencial de uma determinada espécie estão sujeitos a diferentes fatores, entre eles se destacam os fatores extrínsecos, relacionados à localização geográfica e às condições ambientais da planta, e os fatores intrínsecos, relacionados às informações genéticas da espécie e seus processos metabólicos, como a ontogenia relacionada ao estado vegetativo da planta, a resposta aos fatores ambientais, e os fatores técnicos, como extração e armazenamento (ANDRADE; CASALI, 1999; SIMÕES *et. al.*, 2001; LIMA *et. al.*, 2003; BANDONI; CZEPAK, 2008; XAVIER, 2011; FIGUEIREDO *et. al.*, 2006; MORAIS, 2009). Os fatores externos surgem como fatores limitantes no metabolismo da planta, particularmente no metabolismo secundário dos quais os óleos essenciais fazem parte, podendo aparecer modificações em sua composição química como consequência da interação destes fatores (FRIZZO *et. al.*, 2008). Sabino *et. al.* (2012) estudaram a variabilidade intra-específica do óleo essencial das folhas de *Lippia graveolens* H.B.K originadas de oito populações da Guatemala, e encontraram três quimiotipos: timol, carvacrol e uma mistura destes dois compostos. Os resultados mostraram uma tendência na distribuição geográfica dos quimiotipos dessa espécie sugerindo que os fatores ambientais e genéticos exercem influência marcante na composição química dos óleos essenciais obtidos de plantas silvestres. Também com o intuito de verificar as variações químicas que ocorrem dentro de uma mesma espécie, Oliveira *et. al.* (2005) compararam o óleo essencial de folhas de *Eugenia punicifolia* (HBK) DC. procedente de Pernambuco e de outras regiões do Brasil tendo sido revelado que, além do quimiotipo alfa-cariofileno descrito para esta espécie na Amazônia, pôde-se identificar também o quimiotipo linalol em Pernambuco.

Os óleos essenciais de uma mesma espécie, portanto, podem apresentar odores, constituintes químicos e caracteres físico-químicos bem distintos dependendo da temperatura, tipo de solo, altitude, umidade relativa e pluviosidade, além de variarem também durante o desenvolvimento do vegetal e ainda, em diferentes órgãos de uma mesma planta (LEAL, 2003; FIGUEIREDO et. al., 2006; SIMÕES; SPITZER, 2000; SÁ, 2012). Assim, este trabalho teve como objetivo analisar e comparar a composição química e o teor de óleo essencial das folhas de *B. reticularia* procedentes de três localidades do Distrito Federal.

3.2. MATERIAL E MÉTODO

3.2.1. Coleta e preparo do material

Amostras de folhas e flores de *B. reticularia* foram coletadas aleatoriamente em plantas em plena floração procedentes de três populações do Distrito Federal, em julho de 2012, sendo nove indivíduos na Ermida Dom Bosco, dez indivíduos na Fazenda Coperbrás e nove indivíduos na Reserva Ecológica da Embrapa Cerrados (CPAC). O mapa e a descrição dos locais, juntamente com suas coordenadas, estão descritas na Figura 6 e Tabela 3, respectivamente. As amostras coletadas em cada local foram depositadas no herbário da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Herbário CEN) sob os registros nº 82868, 82892 e 82871.

O clima predominante no Cerrado é o Tropical sazonal, com duas estações bem definidas, a de seca que dura de 4 a 6 meses (abril a setembro), e a chuvosa concentrando-se na primavera e verão (outubro a março). Na estação chuvosa, as precipitações variam de 1200 e 1800 mm. A temperatura média anual fica em torno de 22-23°C. A época de coleta nas três populações refere-se, portanto, ao inverno da região, caracterizado por baixos índices pluviométricos e de umidade.

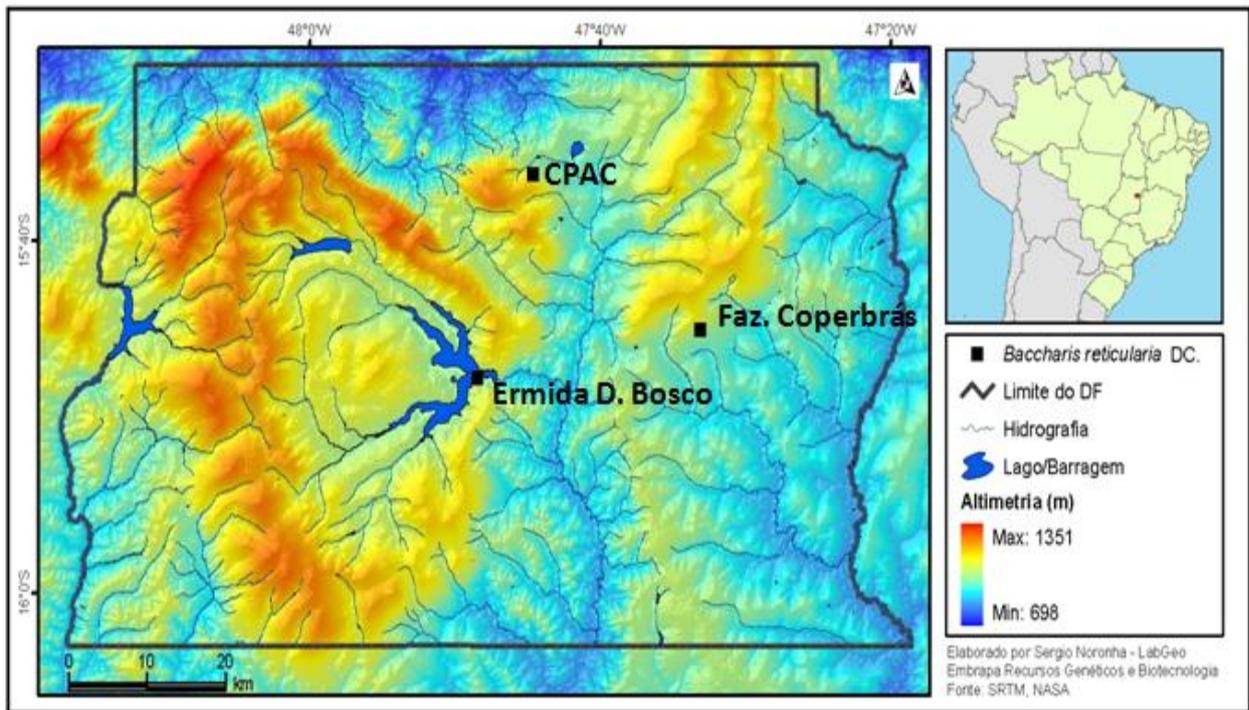


Figura 6. Mapa de altimetria do Distrito Federal com a localização das coletas de *B. reticularia* DC. realizadas no presente estudo.

Tabela 3: Descrição dos locais de coleta de *B. reticularia*, latitude, longitude e altitude.

| Local de coleta | Descrição dos locais de coleta | Latitude | Longitude | Altitude |
|-----------------|---|-----------|-----------|----------|
| Ermida D. Bosco | Amostras coletadas no Parque Ecológico Ermida Dom Bosco, Brasília – DF, em área inclinada próxima ao lago Paranoá, sob solo pedregoso e cerrado strictu senso preservado e população abundante com indivíduos espalhados pela área. | 15°45'3" | 47°33'4" | 1023m |
| Faz. Coperbrás | Amostras coletadas na fazenda Coperbrás, localizada em Planaltina – DF, em área com remanescente de cerrado, com perturbação antrópica, caracterizada por muitos indivíduos agregados em reboleira sob solo erodido, compactado e seco. | 15°47'46" | 47°48'25" | 1025m |
| CPAC | Amostras coletadas na Reserva Ecológica da Embrapa Cerrados – CPAC, localizada em Planaltina- DF em área de cerrado strictu senso preservado sob solo úmido e com muitos indivíduos dispersos pela área. | 15°36'14" | 47°44'35" | 1150m |

3.2.2. Extração e rendimento do óleo essencial

O óleo essencial foi extraído por hidrodestilação em aparelho Clevenger modificado em balões de 2 L por 3 horas, posteriormente tratadas com Na₂SO₄, pesados e armazenados ao abrigo de umidade e luz, e mantidos sob refrigeração a +5°C.

O rendimento do óleo essencial de cada amostra foi calculado através da relação entre a massa de óleo essencial e a massa de material vegetal seco utilizando a fórmula: $R = \text{MOE} \times 100 / \text{MSFF}$, onde R = rendimento de óleo essencial (%), MOE= massa do óleo essencial (g) e MSFF= massa seca de folhas e flores (g).

3.2.3. Análise cromatográfica

As análises da composição química dos óleos essenciais obtidos foram realizadas em um cromatógrafo Agilent 7890A equipado com um detector de ionização por chama, utilizando uma coluna capilar de sílica fundida HP-5 MS (5%-fenil-95%-metilsilicone, 30 m de comprimento X 0,25 mm de diâmetro interno X 0,25 µm de espessura do filme). Utilizou-se hidrogênio como gás de arraste com fluxo de 1,0 mL/min. As temperaturas do injetor e do detector foram mantidas em 250°C e 280°C, respectivamente. A temperatura do forno variou de 60°C a 240°C/min, a uma taxa de 3°C/min. As amostras de óleo essencial foram diluídas em diclorometano (1% V/V), e injetou-se 1,0 µL de cada no modo com divisão de fluxo (1:20). Para a quantificação utilizou-se normalização de área (área %).

Os espectros de massas foram obtidos em um sistema Agilent 5973N acoplado a um cromatógrafo Agilent 6890, empregando a mesma coluna cromatográfica, nas mesmas condições acima, exceto o gás de arraste, tendo-se utilizado hélio (1,0 mL/min). Utilizou-se ionização eletrônica a 70eV. A fonte de ionização foi mantida a 220°C, o analisador (quadropolo) a 150°C e a linha de transferência a 260°C. A taxa de aquisição de dados foi de 3,15 varreduras/s (scans/s), na faixa de 40 a 500 Da. Os índices de retenção lineares foram calculados a partir dos tempos de retenção dos componentes dos óleos essenciais e aqueles de uma série homóloga de n-alcanos injetados na mesma coluna e com as mesmas condições de análise acima (VAN DEN DOOL ; KRATZ, 1963). Para a identificação dos componentes dos óleos seus espectros de massas foram comparados com dados da espectroteca Wiley 6th edition e também por verificação de seus índices de retenção linear com dados da literatura (ADAMS, 2007). Um

componente foi considerado identificado quanto tanto o espectro de massas quanto o índice de retenção foram compatíveis com valores publicados.

3.2.4. Análise estatística

Os dados numéricos foram submetidos ao teste estatístico Kruskal-Wallis em que foi realizada a análise de comparação de médias entre os locais para cada composto individualmente. Para os compostos que apresentaram diferença significativa foi realizada uma Análise Discriminante Canônica em que foi permitido discriminar as três populações de *B. reticularia*. O programa R, de domínio público, foi utilizado para desenvolver as análises estatísticas (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento do óleo essencial encontrado em *B. reticularia* variou de 0,98% na população da Ermida D. Bosco e 0,96% na população do CPAC enquanto que na fazenda Coperbrás o teor de óleo essencial foi de 0,74%. Os rendimentos encontrados não apresentaram diferença significativa entre as populações (Tabela 4), entretanto os teores de OE encontrados para *B. reticularia* são considerados elevados para uma espécie nativa e foram superiores aos obtidos em outras espécies de *Baccharis* descritos na literatura. Budel *et. al.* (2004) encontraram os seguintes valores: 0,5% em *B. articulata* (Lam.) Pers., 0,6% em *B. cylindrica* (Less.) DC. e 0,8% para *B. dracunculifolia* DC, esta última também de ocorrência no Cerrado. Retta *et. al.* (2009) encontraram para cinco espécies de *Baccharis* de diferentes regiões da Argentina rendimentos de OE variando entre 0,1 a 0,2% e Vannini *et. al.* (2012) encontraram o teor de 0,22% para *B. semiserrata* DC. e 0,65% para *B. uncinella* DC.

Na análise da composição química do óleo essencial das três populações de *B. reticularia* avaliadas neste trabalho foram identificados 34 compostos distintos (Tabela 4), sendo que, na população da fazenda Coperbrás, foram identificados 29 compostos presentes no óleo essencial, totalizando 98,7% da sua composição química identificada. Na população da Ermida Dom Bosco essa espécie apresentou uma diversidade de 28 compostos presentes no óleo essencial, totalizando 97,1% da sua composição química identificada e na população do CPAC foram identificados 31 compostos, totalizando 97,8% da sua composição química identificada. De acordo com o critério de Knudsen

et. al. (1993) para agrupar constituintes voláteis em diferentes classes químicas, o óleo essencial das amostras de *B. reticularia* apresentaram os monoterpenos e sesquiterpenos como as principais classes químicas, sendo 23 sesquiterpenos, 10 monoterpenos e apenas 1 diterpeno (kaureno).

Os compostos considerados majoritários (acima de 5,0 %) encontrados no óleo essencial das três populações de *B. reticularia* foram beta-pineno, beta-felandreno, biciclogermacreno, germacreno-D, espatulenol e kessano. Embora o perfil dos compostos majoritários tenha sido o mesmo nas três populações (exceto para o composto kessano que apareceu como composto majoritário apenas na população da Ermida D. Bosco), foram obtidos diferentes teores para estes compostos em cada uma das populações amostradas. A proporção entre os compostos majoritários beta-pineno: beta-felandreno: biciclogermacreno: germacrenoD: espatulenol: kessano foi de 24,4: 15,7: 14,6: 10,1: 7,5: 7,0 na Ermida D. Bosco, 27,6: 22,4: 10: 8,9: 7,4: 1,3 no CPAC e 31,1: 18,1: 15,8: 8,4: 6,4: 2,8 na fazenda Coperbrás. Apenas dois dos seis constituintes majoritários, germacreno-D e o espatulenol, tiveram suas proporções consideradas estatisticamente iguais, os demais, beta-pineno, beta-felandreno, biciclogermacreno e kessano, apresentaram diferença estatística significativa entre as populações (Tabela 4).

O maior teor médio de beta-pineno foi encontrado no óleo essencial de *B. reticularia* da população da fazenda Coperbrás (31,1%) seguido pela população do CPAC (27,6%) e Ermida D. Bosco (24,4%). Esse resultado foi semelhante ao de Agostini *et. al.* (2005), que em amostras de *B. articulata* e *B. cognata* DC. apresentaram também como composto majoritário o beta-pineno, em concentrações que variaram de 41,4% a 52,8% para a primeira espécie e 27,2% para a segunda. García *et. al.* (2005) verificaram os efeitos tóxico e repelente dos monoterpenos beta e alfa-pineno em óleos voláteis de *Baccharis salicifolia* (Ruiz; Pav.) Pers. sobre larvas de *Tribolium castaneum* (insetos que infestam farináceos). Também tem sido comprovado o efeito microbiano desse composto sobre diversas espécies de fungos, como as de *Candida*, e seu uso tanto isolado quanto contido em óleos essenciais, tem sido considerado uma alternativa promissora para tratamento de micoses (GAYOSO *et. al.* 2005, LIMA *et. al.* 1999, MOREIRA *et. al.* 2007).

O composto beta-felandreno apresentou maiores proporções na população do CPAC (22,4%), seguido pela fazenda Coperbrás (18,1%) e Ermida D. Bosco (15,7%).

Tabela 4. Médias e desvio padrão do rendimento e composição química do óleo essencial de *B. reticularia* DC. proveniente de três populações no Distrito Federal.

| Constituinte Químico | IRL _{calc} | Locais de coleta | | |
|----------------------------------|---------------------|------------------|-------------------|----------------|
| | | Ermida D. Bosco | Fazenda Coperbrás | CPAC |
| alfa-pineno | 932 | 1.44 (0.31) b | 1.52 (0.35) b | 3.28 (3.22) a |
| beta-pineno | 976 | 24.4 (3.51) b | 27.6 (3.97) ab | 31.1 (5.82) a |
| mirceno | 989 | 0.56 (0.69) a | 1.22 (0.50) a | 1.03 (0.92) a |
| alfa-terpineno | 1015 | - | 0.02 (0.07) a | 0.02 (0.05) a |
| beta-felandreno | 1028 | 15.7 (3.36) b | 22.4 (4.70) a | 18.1 (7.80) ab |
| (E)-beta-ocimeno | 1045 | 0.04 (0.12) a | - | 0.03 (0.11) a |
| gama-terpineno | 1056 | 0.04 (0.09) a | 0.08 (0.16) a | 0.13 (0.18) a |
| 4-terpineol | 1179 | 0.50 (0.28) a | 0.76 (0.44) a | 0.77 (0.48) a |
| criptona | 1188 | - | 0.74 (0.60) a | 0.18 (0.23) b |
| alfa-terpineol | 1196 | - | 0.05 (0.15) | - |
| delta-elemeno | 1334 | 0.07 (0.15) b | - | 0.24 (0.38) a |
| silfineno | 1339 | 0.11 (0.24) a | 0.02 (0.06) a | 0.03 (0.11) a |
| alfa-cubebeno | 1346 | 0.53 (0.23) ab | 0.63 (0.32) a | 0.30 (0.24) b |
| alfa-copaeno | 1372 | 2.37 (0.79) a | 1.91 (0.68) a | 1.81 (0.59) a |
| alfa-isocomeno | 1383 | - | 0.06 (0.18) a | 0.84 (1.37) a |
| beta-cubebeno | 1387 | 3.45 (0.92) a | 2.48 (0.99) ab | 1.96 (1.50) b |
| beta-isocomeno | 1402 | 0.16 (0.33) a | 0.26 (0.21) a | 0.17 (0.23) a |
| beta-cariofileno | 1415 | 2.32 (1.39) a | 3.82 (1.97) a | 1.94 (0.78) a |
| beta-gurjuneno | 1425 | 0.44 (0.27) a | 0.14 (0.20) b | 0.29 (0.18) ab |
| aromadendreno | 1435 | 0.23 (0.24) b | 0.52 (0.17) a | 0.47 (0.18) a |
| alfa-humuleno | 1450 | 1.10 (0.27) a | 0.78 (0.18) b | 0.81 (0.18) b |
| gama-muuroleno | 1477 | - | 0.88 (1.75) | - |
| germacreno D | 1478 | 10.1 (2.87) a | 7.40 (3.20) a | 8.42 (2.49) a |
| biciclogermacreno | 1493 | 14.6 (3.50) a | 10.0 (3.84) b | 15.8 (4.64) a |
| delta-cadineno | 1520 | 0.36 (1.07) b | - | 1.12 (0.68) a |
| kessano | 1526 | 7.03 (5.02) a | 2.76 (2.48) ab | 1.27 (3.04) b |
| elemol | 1553 | 0.30 (0.37) a | 0.07 (0.21) a | 0.09 (0.16) a |
| germacreno B | 1560 | 0.04 (0.13) | - | - |
| espatulenol | 1580 | 7.52 (2.30) a | 8.86 (2.93) a | 6.35 (2.07) a |
| rosifoliol | 1607 | 0.56 (0.69) a | 0.29 (0.59) a | 0.22 (0.50) a |
| 1-epi-cubebol | 1627 | 0.47 (0.47) a | 0.06 (0.17) b | 0.16 (0.35) ab |
| cubebol | 1643 | 2.22 (1.14) a | 2.20 (0.79) a | 1.20 (1.08) b |
| isoespatulenol | 1669 | - | - | 0.07 (0.21) |
| kaureno | 2028 | 0.42 (0.53) a | 0.29 (0.36) a | 0.45 (0.82) a |
| % do Óleo Essencial ¹ | - | 0.98 (0.23) a | 0.96 (0.31) a | 0.74 (0.26) a |

¹ Média (desvio padrão)

Letras iguais nas colunas, indicam que os compostos não diferem entre as populações segundo o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (P<0.05)

Souza *et. al.* (2011) encontraram em *B. tridentata* Vahl. um teor de 16,15% de beta-felandreno, valor próximo ao encontrado neste estudo para *B. reticularia*, entretanto, em comparação com outros trabalhos sobre óleo essencial do gênero *Baccharis*, foi notado que esse composto quando não está ausente, é encontrado, em sua maioria, em baixas proporções. Lago *et. al.* (2008) estudaram o óleo essencial de seis espécies de *Baccharis* e apenas uma espécie, *B. regnelli* Sch.Bip. ex Baker, apresentou beta-felandreno e em baixa proporção (0,44%). A presença desse composto em proporção elevada no óleo essencial de *B. reticularia* pode ser considerada uma característica marcante, diferenciando-a das demais espécies já estudadas. Segundo Oliveira (2001) o felandreno, é usado como o solvente e matéria prima na produção de desinfetantes e desodorantes. Existem referências que consideram indesejável a presença de teores de felandreno superiores a 5% pela ação cardíaca que provocam (Simões ; Spitzer, 2002).

O biciclogermacreno apresentou a maior quantidade na população da fazenda Coperbrás (15,8%), seguido pela Ermida Dom Bosco (14,6%) e CPAC (10,0%). Os valores encontrados foram superiores aos descritos na literatura para outras espécies do gênero: *B. microdonta* DC. (0,7%), *B. schultzii* (3,0%), *B. trimera* (Less.) DC. (2,7%) (LAGO *et. al.* 2008), *B. punctulata* DC. (9,7%) (SCHOSSLER *et. al.* 2009), *B. dracunculifolia* DC. (1,0%) e *B. tridentata* Vahl. (0,2%) (SOUZA *et. al.* 2011). Esse sesquiterpeno apresenta atividade antimicrobiana contra bactérias Gram positivas e Gram negativas (SANTOS *et. al.*, 2013).

O composto Kessano apresentou o maior teor na população da Ermida D. Bosco (7,1%) seguido pela população do CPAC (2,8%) e da Coperbrás (1,3%). Não consta na literatura relatos de outra espécie de *Baccharis* onde kessano esteja presente no óleo essencial, sendo necessário verificar por meio de análises mais abrangentes a validação da presença desse composto na espécie de *B. reticularia* DC.

O teor de germacreno D variou de 7,4 % a 10,1%, não apresentando diferença significativa entre as populações. Os valores encontrados são em geral, superiores aos relatados em outras espécies de *Baccharis*: *B. dracunculifolia* (4%) (LAGO *et. al.* 2008), *B. tridentata* (4,4%) (SOUZA *et. al.* 2011), e *B. uncinella* DC. (3,8%) (PURNHAGEN, 2010). O germacreno D apresenta atividade bactericida e fungicida (SOUZA *et. al.* 2011).

O teor de espatulenol variou de 6,4% a 8,9% e, tanto os valores obtidos nesse trabalho quanto os encontrados na literatura para outras espécies desse gênero foram

bastante variáveis, como por exemplo, em *B. semiserrata* DC. (15,5% a 25,5%) e *B. uncinella* DC. (23,1% a 47,7%) (AGOSTINI et. al., 2005), *B. crispa* Spreng. (3,1%) (OLIVA et. al. ., 2007) e *B. cordobensis* (< 0,10%) (ZUNINO et. al. 2000). O sesquiterpeno espatulenol apresenta importante atividade biológica com propriedades antibacterianas e moderada atividade citotóxica (LIMBERGER et. al. 2004). O composto possui aroma de madeira seca e pode ser usado em composições aromatizantes de alimentos e perfumes. Outras aplicações incluem o uso em medicamentos, pasta de dente, sabões, detergentes, produtos de limpeza e de tratamento da pele (NAARDEN, 1985). Elevadas proporções desse constituinte volátil (42,7% e 50,8%) foram encontradas em *B. semiserrata* DC. sendo esta espécie considerada uma rica fonte de espatulenol (MENDES et. al., 2008).

A variação na proporção de compostos majoritários entre populações de *Baccharis* observada no presente trabalho pode estar relacionada com as diferenças nas condições edáficas de cada população, caracterizadas na Tabela 3. Além disso, na fazenda Coperbrás as espécies de *Baccharis* parecem sofrer menos competição com outras espécies vegetais por estarem dispostas em reboleiras, sofrendo menor influência de outras plantas. Entretanto, por ser uma área antropizada, cuja erosão e compactação são acentuadas, o equilíbrio ecológico na Fazenda Coperbrás parece ser mais frágil que nos demais locais amostrados, tornando a espécie mais suscetível à ataques de patógenos do que nas demais populações presentes em áreas de preservação, estimulando, assim, a síntese de determinados compostos de defesas (PINTO-ZEVALLOS, 2013). Ademais, solos compactados oferecem resistência às raízes das plantas para absorção de nutrientes, e, da mesma forma, o aspecto erodido do solo da fazenda Coperbrás favorece a lixiviação de nutrientes pela chuva, e a menor absorção de água pelo solo. Esses aspectos propiciam um ambiente de maior estresse hídrico e nutricional quando comparado com ambientes de mata preservada, fato que pode influenciar a produção diferenciada de alguns compostos nessa população. Variações químicas em óleos essenciais de *Baccharis* em diferentes locais de coleta foram relatadas também por Agostini et. al. (2005) em que amostras de *B. articulata* coletadas em duas localidades distintas do Rio Grande do Sul apresentaram variações na concentração de alfa-pineno, limoneno e espatulenol. Essas diferenças foram relacionadas ao estágio de desenvolvimento da planta e às condições ambientais vigentes.

Apesar de serem pouco estudados, os compostos minoritários presentes nos óleos essenciais também exercem um papel importante nas funções biológicas dos metabólitos secundários. O óleo essencial de *Cinnamomum zeylanicum* Blume, por exemplo, mostrou um efeito antifúngico mais intenso quando comparado com o composto isolado beta-pineno, indicando um efeito sinérgico entre os fitoquímicos presentes no óleo essencial testado. Este efeito sinérgico significa que beta-pineno poderia apresentar maior atividade antifúngica quando atua concomitantemente com outros fitoquímicos (por exemplo, canfeno, linalol, felandreno, limoneno, p-cimeno entre outros) (MOREIRA et. al, 2007). As substâncias presentes em menor quantidade contribuem para a ação biológica dos terpenos possivelmente por sinergismo entre os componentes (PURNHAGEN, 2010; ABAD; BERMEJO, 2007) e dessa forma, a investigação da capacidade de sinergismo entre os extratos e outras substâncias de origem natural com o uso de fármacos antimicrobianos clássicos é fundamental no desenvolvimento de novos agentes farmacológicos para o tratamento de doenças (BETONI et. al., 2006).

Para a análise comparativa do perfil químico do óleo essencial das três populações de *B. reticularia* foi realizada uma Análise Discriminante Canônica que permitiu separar as três populações (Figura 7). No eixo canônico 1 (Can1) foi observado 71,2% da variação existente entre as populações e no eixo canônico 2 (Can 2) verificou-se 28,8%. A Tabela 5 evidencia uma significativa distinção da população Coperbrás das demais em ambos os eixos apresentados apresentando os seguintes compostos químicos que a diferenciam das demais: cubebol, alfa-cubebeno, criptona, aromadendreno, beta felandreno e beta-pineno. Já a população da Ermida D. Bosco foi diferenciada das demais populações pela presença dos compostos: gama-elemeno, biciclogermancreno, gama-cadineno e alfa-pineno. Os constituintes químicos capazes de discriminar a população do CPAC foram: beta-gurjuneno, 1-epi-cubebol, alfa-humuleno, kessano e beta-cubebeno.

Embora a composição química destas populações não permita considerar que existam tipos químicos distintos, como observado principalmente para as espécies aromáticas cultivadas, como menta e manjeriço, a análise canônica permite demonstrar que existe uma distinção química entre o óleo essencial obtido das plantas provenientes de populações diferentes. Diversos fatores bióticos e abióticos podem concorrer para afetar o teor de óleo essencial presente e o percentual de cada um dos seus compostos. Entretanto, a variação genética deve ser considerada, tendo em vista a espécie

apresentar polinização cruzada, sendo esperada uma heterozigozidade entre indivíduos e populações, que poderia ser avaliadas por marcadores moleculares. Um aspecto a ser considerado principalmente para os indivíduos procedentes da população Coperbrás, é que estes estão em uma área sob estresse, o que deve promover o aparecimento de uma composição distinta, uma vez que é bem relatado na literatura o efeito dos estresses ambientais na composição de metabólitos secundários como forma de defesa e sobrevivência (CRONQUIST, 1981; GERSHENZON,1984; DENNIS ; TURPIN, 1990; MING, 1998; SIMOES *et. al.* 2004; GOBBO-NETO;LOPES, 2007).

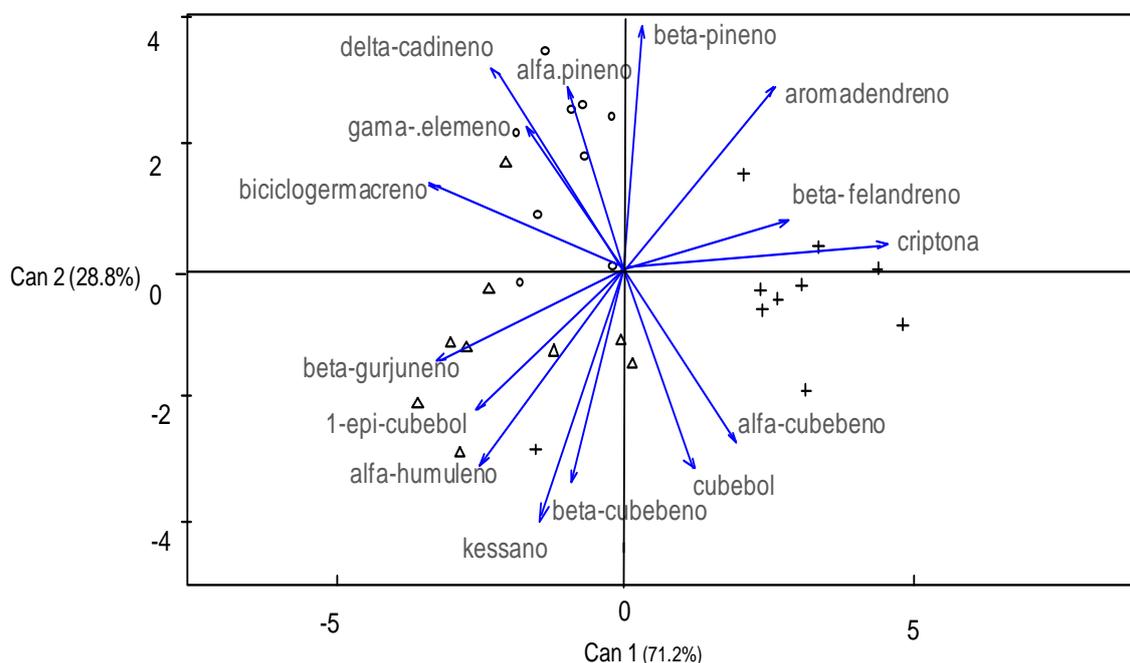


Figura 7. Biplot resultante da análise discriminante canônica, referentes aos constituintes químicos de 30 Indivíduos das três populações de *B. Reticularia* analisadas. Legenda: o = Ermida Dom Bosco; Δ = Embrapa Cerrados; + = Fazenda Coperbrás.

Tabela 5. Análise Discriminante Canônica para as três populações de *B. reticularia* DC.

| Locais | Can1 | Can2 |
|-------------------|-----------|------------|
| CPAC | -1,902096 | -1,6276712 |
| Fazenda Coperbrás | 3,154288 | -0,2946903 |
| Ermida D. Bosco | -1,126973 | 1,7301254 |

A heterogeneidade entre as populações de *B.reticularia* neste trabalho é bastante comum em ambientes com populações silvestres, em que há predominância de polinização aberta proporcionando maior fluxo gênico entre os indivíduos, isso porque os terpenos são compostos que atuam como atrativos, podendo favorecer a polinização e a dispersão de sementes (CAISSARD *et. al.* 2004; IBANEZ *et. al.* ., 2010). Estudos com populações silvestres de plantas aromáticas e medicinais, associando a composição química com a área de ocorrência, têm observado a existência de variação genética entre plantas de diferentes populações (VIEIRA; SIMON, 2000). Martins *et. al.* (2006), corroboram com a ideia de que populações naturais de plantas que ocorrem ao longo de um gradiente ambiental variam quanto a constituição genética e atividade fisiológica e que, embora pertencendo à mesma espécie, podem responder de modo muito diferente às condições ambientais vigentes.

As diferenças apresentadas ocorrem possivelmente em função da variação no ambiente, das características genéticas da espécie e também da polinização aberta a que estão sujeitas, sendo necessários estudos em ambiente controlado com essa espécie para se obter maior aprofundamento. Os dados nos mostram que o local de ocorrência de uma espécie juntamente com seus fatores genéticos devem ser levados em consideração na busca de uma substância de interesse advinda de populações naturais silvestres. Dessa forma, a pesquisa de novas fontes de matérias - prima advinda de espécies aromáticas e medicinais deve levar em consideração tanto estudos de variação geográfica quanto de variação genética, pois estes são fundamentais para seleção, domesticação e melhoramento de espécies com potencial aromático e fitoterapêutico, uma vez que a qualidade dos óleos essenciais está ligada a sua constituição química.

3.4. CONCLUSÃO

- Os rendimentos dos óleos essenciais encontrados em *B. reticularia* não apresentaram diferença significativa entre as populações e estes foram considerados elevados para uma espécie nativa.
- Os compostos considerados majoritários (acima de 5,0 %) nas três populações de *B. reticularia* foram beta-pineno, beta-felandreno, biciclogermacreno e kessano, os quais apresentaram diferença significativa entre as populações, além de germacreno-D e espatulenol, com teores considerados semelhantes para as três populações.

- A análise discriminante canônica permitiu separar as três populações de *B. reticularia* a partir de três perfis químicos encontrados no óleo essencial. Os compostos cubebol, alfa-cubebeno, criptona, aromadendreno, beta felandreno e beta-pineno caracterizaram a população da Fazenda Coperbrás; gama-elemeno, biciclogermancreno, gama-cadineno e alfa-pineno a população do CPAC e beta-gurjuneno, 1-epi-cubebol, alfa-humuleno, kessano e beta-cubebeno da Ermida D. Bosco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, R. P. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Mass Spectrometry. New York: Allured Publishing, 2007, 804p.

ABAD, M.J.; BESSA A.L.; BALLARIN B.; ARAGÓN, O.; GONZALES, E.; BERMEJO, P. Anti-inflammatory activity of four Bolivian *Baccharis* species (Compositae). J Ethnopharmacol, v.103, p.338-344, 2006.

ABAD, M.J.; BERMEJO, P. *Baccharis* (Compositae): a review update. Arkivoc, v. 7, p.76-96, 2007.

AGOSTINI, F.; SANTOS, A.C.A.; ROSSATO, M.; PANSERA, M.R.; ZATTERA, F.; WASUN, R., SERAFINI, L.A. Estudo do óleo essencial de algumas espécies do gênero *Baccharis* (Asteraceae) do sul do Brasil. Rev Bras. Farmacogn, v.15, n.3, p.215-220, 2005.

ALENCAR, S.M. *et. al.*. Composição química de *Baccharis dracunculifolia*, fonte botânica das própolis dos estados de São Paulo e Minas Gerais. Ciência Rural, v.35, n.4, p.909-915, 2005.

ANDRADE, F.M.C. ; CASALI, V.W.D. Plantas medicinais e aromáticas: relação com o ambiente, colheita e metabolismo secundário. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1999. 139p.

BANDONI, A.L.; CZEPAK, M.P. Os recursos vegetais aromáticos no Brasil: seu aproveitamento industrial para a produção de aromas e sabores. Vitória, ES: EDUFES. 2008. 623p.

BARROS, M.P.; SOUSA, J.P.B.; BASTOS, J.K.; ANDRADE, S.F. Effect of Brazilian green propolis on experimental gastric ulcers in rats. Journal of Ethnopharmacology, Lausanne, v.110, n.3, p.567–571, 2007.

BARROSO, G.M. Compositae - Subtribo Baccharidinae Hoffmann - Estudo das espécies ocorrentes no Brasil. Rodriguésia, v.28, p.1-273, 1976.

BETONI, J.E.C.; MANTOVANI, R.P.; BARBOSA, L.N.; DI STASI, L.C.; FERNANDES, A. Synergism between plant extract and antimicrobial drugs used on *Staphylococcus aureus* diseases. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v.101, n.4, p.387-390, 2006.

BUDEL, J.M.; DUARTE, M.R.; SANTOS, C.A.M. Parâmetros para análise de carqueja: comparação entre quatro espécies de *Baccharis* spp.(Asteraceae). Rev. Bras. Farmacog, v.14, n.1, p.41-48, 2004.

CAISSARD, J.C.; MEEKKIJIROENROJ, A.; BAUDINO, S.; ANSTETT, M.C. Production and emission of pollinator attractant on leaves of *Chamaerops humilis* (Arecaceae). American Journal of Botany, v.91, p.1190–1199, 2004.

CAMPOS, R.O.; PAULINO, N.; SILVA, C.H.; SCREMIN, A.; CALIXTO, J.B. Antihyperalgesic effect of an ethanolic extract of propolis on mice and rats. Journal of Pharmacology and Pharmacology, London, v.50, n.10, p.1187–1193, 1998.

CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of classification. New York: Columbia University Press.

DENNIS, D.T. & TURPIN, D.H. Plant Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. 1^a ed.; London Scientific & Technical, England. 1990, 259p.

DIMOV, V.; IVANOVSKA, N.; BANKOVA, V.; POPOV, S. Immunomodulatory action of propolis: IV. Prophylactic activity against Gram-negative infections and adjuvant effect of the water-soluble derivate. Vaccine, v.10, n.12, p.817-823, 1992.

FERRACINI, V.L.; PARAIBA, L.C.; LEITÃO FILHO, H.F.; SILVA, A.G.D.; NASCIMENTO, L.R.; MARSAIOLI, A.J. Essential oils of seven Brazilian *Baccharis* species. J Essent Oil Res, v.7, p.355-367, 1995.

FERRONATTO, R.; MARCHESAN, E.D.; PEZENTI, E.; BEDNARSKI, F.; ONOFRE, S.B. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais produzidos por *Baccharis dracunculifolia* D.C. e *Baccharis uncinella* D.C. (Asteraceae). Rev Bras Farmacogn, v.17, p.224-230, 2007.

FIGUEIREDO, A.S.G. Estudo do efeito do *Baccharis dracunculifolia* sobre o metabolismo oxidativo de neutrófilos e influência de fatores sazonais sobre esta atividade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14, 2006, São Paulo. Anais eletrônicos. São Paulo: Ed. USP.

FIGUEIREDO, A.C.; BARROSO, J.G.; PEDRO, L.G. Plantas aromáticas e medicinais. Fatores que afetam a produção. Potencialidades e aplicações das plantas aromáticas e medicinais. Curso teórico-prático. 1^a edição. Lisboa: Edição da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa–Centro de Biotecnologia Vegetal, 2006. p.48-54.

FRIZZO, C.D.; SERAFINI, L.A.; LAGUNA, S.E.; CASSEL, E.; LORENZO, D.; DELLACASSA, E. Essential oil variability in *Baccharis uncinella* DC. and *Baccharis dracunculifolia* DC. growing wild in southern Brazil, Bolivia and Uruguay. Flavour Frag. J, n.23, p.99-106, 2008.

GARCÍA, M.; DONADEL, O.J.; ARDANAZ, C.E.; TONN, C.E.; SOSA, M.E. Toxic and repellent effects of *Baccharis salicifolia* essential oil on *Tribolium cataneum*. Pest Manag Sci, v.61, p.612-618. 2005.

GAYOSO, C.W.; LIMA, E.O.; OLIVEIRA, V.T.; PEREIRA, F.O.; SOUZA, E.L.; LIMA, I.O.; NAVARRO, D.F. Sensitivity of fungi isolated from onychomycosis to *Eugenia cariophyllata* essential oil and eugenol. Fitoterapia, v.76, n.2, p.247-249. 2005.

GENÉ, R.M.; MARIN, E.; ADZET, T. Anti-inflammatory effect of aqueous extracts of three species of the genus *Baccharis*. Planta Medica, v.58, n.6, p.565-6, 1992.

GERSHENZON, J. Changes in the of plant secondary metabolites under water and nutrient stress. Recent Advances Phytochemistry, v. 18, 1984.

GIULIANO DA. Clasificación infragenérica de las especies argentinas de *Baccharis* (Asteraceae Asterea). Darviniana, v.39, n.1-2, p.131-154. 2001.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. Química Nova, v.30, n.2, p.374-81, 2007.

GOMES, V.; FERNANDES, G. W. Germination of *Baccharis dracunculifolia* DC (Asteraceae) achene. Acta Botanica Brasilica, v. 16, n. 4, p. 421-427, 2002.

HEIDEN, G.; SCHNEIDER, A. 2013. *Baccharis* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB5151>>. Acessado em: Junho de 2013.

KUMAZAWA, S.; YONEDA, M.; SHIBATA, I.; KANAEDA, J.; HAMASAKA, T.; NAKAYAMA, T. Direct evidence for the plant origin of Brazilian propolis by the observation of honeybee behavior and phytochemical analysis. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, Tokyo, v.51, n.6, p.740-742, 2003.

KNUDSEN J.T.; TOLLSTEN L.; BERGSTROM G.. Floral scents – a checklist of volatile compounds isolated by head-space techniques. Phytochemistry, v.33, p.253–280. 1993.

LAGO, J.H.G. *et. al.* Composição química dos óleos essenciais de seis espécies do gênero *Baccharis* de "Campos de Altitude" da Mata Atlântica Paulista. Química Nova, v.31, n.4, p.727-30, 2008.

LEAL, L.K.A.M.; OLIVEIRA, V.M.; ARARUNA, S.M.; MIRANDA, M.C.C.; OLIVEIRA, F.M.A. Análise de timol por CLAE na tintura de *Lippia sidoides* Cham. (alecrim-pimenta) produzida em diferentes estágios de desenvolvimento da planta. Rev Bras Farmacogn, v.13 n.Supl., p.9-11, 2003.

LIMA, H.R.P.; KAPLAN, M.A.C.; CRUZ, A.V.M.. Influência dos fatores abióticos na produção e variabilidade de terpenóides em plantas. Floresta e Ambiente, v.10, n.2, p.71-77, 2003.

LIMA, E.O.; QUEIROZ, E.F.; ANDRICOPULO, A.D.; YUNES, R.A.; CORRÊA, R.; CECHINEL FILHO, V. Evaluation of antifungal activity of *N*-aryl-maleimides and *N*-phenylalkyl-3,4-dichloro-maleimides. Bol. Soc. Chil. Quim, v.44, n.2, p.185-189, 1999.

LIMBERGER, R.P.; SOBRAL, M.; HENRIQUES, A.T. Óleos voláteis de espécies de *Myrcia* nativas do Rio Grande do Sul. Quim. Nova, v.27, n.6, p.916-919, 2004.

MARCUCCI, M.C. Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. Apidologie, Versailles, v.26, n.2, p.83-99, 1995.

MARCUCCI, M.C.; FERRERES, F.; GARCIA-VIQUERA, C.; BANKOVA, V.S.; DE CASTRO, S.L.; DANTAS, A.P.; VALENTE, P.H.; PAULINO, N. Phenolic compounds from Brazilian propolis with pharmacological activities. Journal of Ethnopharmacology, Lausanne, v.74, n.2, p.105-112, 2001.

MARTINS, F.T., POLO, M., DOS SANTOS, M.H. & BARBOSA, L.C.A. Variação química do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., sob condições de cultivo. Química Nova, v.29, p.1203-1209, 2006

MENDES, S.; NUNES, D.S.; MARQUES, M.B.; TARDIVO, R.C.; FILHO, V.C.; SIMIONATTO E.L.; JUNIOR A.W. Essential oil of *Baccharis semiserrata*, a source of spathulenol. Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng. V.14, p.241-245, 2008.

MING, L.C. (org.). Plantas Medicinais, aromáticas e condimentares – avanços na pesquisa agrônômica. Botucatu: Unesp, 1998. p. 165-192.

MONTPIED, P. *et. al.* Caffeic acid phenethyl ester (CAPE) prevents inflammatory stress in organotypic hippocampal slice cultures. Molecular Brain Research, Amsterdam, v.115, n.2, p.111-120, 2003.

MORAIS LAS. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. Horticultura Brasileira, v.27, p.S4050-S4063, 2009.

MOREIRA, F.P.M. *et. al.* Flavonóides e triterpenos de *Baccharis pseudotenuifolia* – bioatividade sobre *Artemisia salina*. Química Nova, v.26, n.3, p.309-11, 2003.

MOREIRA, A.C.P.; LIMA, E.O.; SOUZA, E.L.; VAN DINGENEN, M.A.; TRAJANO, V.N. Inhibitory effect of *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae) essential oil and b-pinene on the growth of dematiaceous moulds. Braz. J. Microbiol., v.38, p.33-38, 2007.

NAARDEN, C.H.E.M.; FAB., N.V.; Flavouring and perfume containing spathulenol - or new 4-allospathulenol, and preparation of spathulenol and stereoisomers. Patent Number NL8304073-A, 1985.

OLIVA, M.M.; ZUNINO, M.P.; LÓPEZ, M.L.; SORIA, Y.A.; YBARRA, F.N.; SABINI, L.; DEMO, M.S.; BIURRUN, F.; ZYGADLO, J.A. Variation in the Essential Oil Composition and Antimicrobial Activity of *Baccharis spartioides* (H. et A.) J. Remy from Three Regions of Argentina. J. Essent. Oil Res., v.19, p.509-513, 2007.

OLIVEIRA, R.N.; DIAS, I.J.M.; CÂMARA, C.A.G. Estudo comparativo do óleo essencial de *Eugenia punicifolia* (HBK) DC. De diferentes localidades de Pernambuco. Revista Brasileira de Farmacognosia, v.15, n.1, p.39-43, jan/mar. 2005.

OLIVEIRA, C. L. F.; LIMA, I. L., Óleos essenciais de eucalipto. In: IV Simpósio de Ciências Aplicadas da FAEF. Anais. - Garça: FAEF, 2001, pg. 107-111.

PINTO-ZEVALLOS, D. M., MARTINS, C. B., PELLEGRINO, A. C., & ZARBIN, P. H. Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. Química Nova, v.15, n. 0, p.1-11, 2013.

PURNHAGEN, L.R.P. Estudo fitoquímico e antibacteriano do óleo essencial de *Baccharis uncinella* DC. do Município de Campo Alegre – SC. 2010. 69 pág. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Regional de Blumenau – FURB, Blumenau. 2010.

QUEIROGA CL, FUKAI A, MARSAIOLI A. Composition of the essential oil of vassoura. J Braz Chem Soc, v.1, p.105-109. 1990.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2012). R. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acessado em: DATA: fevereiro de 2013.

RETTA D. *et. al.* Volatile constituents of five *Baccharis* Species from Northeastern Argentina. J. Braz. Chem. Soc., v.20, n.7, p.1379-1384, 2009.

SÁ, F.A.; BORGES, L.L.; PAULA, J.A.; SAMPAIO, B.L.; FERRI, P.H.; PAULA, J.R. Essential oils in aerial parts of *Myrcia tomentosa*: composition and variability. Revista Brasileira de Farmacognosia, v.22, n.6, p.1233-1240, 2012.

SABINO, P. *et. al.* Analysis and discrimination of the chemotypes of *Lippia graveolens* HBK of guatemala by solid phase microextraction, GC-MS and multivariate analysis. Química Nova, v.35, n.1, p.97-101, 2012.

SANTOS, T.G.; DOGNINI, J.; BEGNINI, I.M.; REBELO, R.A.; VERDI, M.; GASPER, A.L.D.; DALMARCO, E.M. Chemical characterization of essential oils from *Drimys angustifolia* miers (Winteraceae) and antibacterial activity of their major compounds. Journal of the Brazilian Chemical Society, v.24, n.1, p.164-170. 2013

SCHOSSLER, P. *et. al.* Volatile compounds of *Baccharis punctulata*, *Baccharis dracunculifolia* and *Eupatorium laevigatum* obtained using solid phase microextraction and hydrodistillation. Journal of Brazilian Chemical Society, v.20, n.2, p.277-87, 2009.

SILVA JÚNIOR, A.A. Plantas medicinais e aromáticas. Itajaí: Epagri, 1997. CD-ROM

SIMÕES, C.M.O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C.M.O. *et. al.* Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS/UFSC, 2000. Cap.18.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. (org.) Farmacognosia: da planta ao medicamento. 5.ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da Universidade UFRGS / Editora da UFSC, 2004.

SOUZA, S.P. *et. al.* Óleo essencial de *Baccharis tridentata* Vahl: composição química, atividade antioxidante e fungitóxica, e caracterização morfológica das estruturas

secretoras por microscopia eletrônica de varredura. Rev. bras. plantas med. [online], vol.13, n.4, 2011a.

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P.D. A generalisation of retention index system including linear temperature programmed gas-liquid chromatography. Journal of Chromatography, v.11, p.463-471, 1963.

VANNINI, A.B. *et. al.* Chemical characterization and antimicrobial evaluation of the essential oils from *Baccharis uncinella* D.C. and *Baccharis semiserrata* D.C. (Asteraceae). Journal of Essential Oil Research, v.24, n.6, p.547-554, 2012.

VERDI, L.G.; BRIGHENTE, I.M.C.; PIZZOLATTI, M.G.. Gênero *Baccharis* (Asteraceae): Aspectos químicos, econômicos e biológicos. Quím. Nova, v.28, p.85-94, 2005.

VIEIRA, R.F.; SIMON, J.E. Chemical characterization of basil (*Ocimum spp.*) germplasm used in the markets and traditional medicine in Brazil. Econ Bot, v.54, p.207-216. 2000.

XAVIER, V.B. Investigação sobre compostos voláteis de espécies de *Baccharis* nativas do Rio Grande do Sul. 2011. Porto Alegre. Dissertação. Programa de pós-graduação em engenharia e tecnologia de materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS). 2011.

ZUNINO, M.P.; LOPEZ, M.L.; FAILLACI, S.M.; LOPEZ, A.G.; ESPINAR, L.A.; ZYGADLIO, J.A. Essential oil of *Baccharis cordobensis*. Flav Fragr J, v.15, p.151-152, 2000.

CAPÍTULO 2

VARIAÇÃO SAZONAL DO ÓLEO ESSENCIAL DE *BACCHARIS RETICULARIA* DC. (ASTERACEAE)

RESUMO

VARIAÇÃO SAZONAL DO ÓLEO ESSENCIAL DE *BACCHARIS RETICULARIA* DC. (ASTERACEAE)

Baccharis reticularia DC. é uma espécie arbustiva, nativa do Cerrado e da Mata Atlântica e endêmica do Brasil. A composição química de óleos essenciais, assim como seu rendimento, depende, dentre outros fatores, da época de colheita da espécie produtora. O objetivo do presente trabalho foi analisar a variação qualitativa e quantitativa do óleo essencial de *Baccharis reticularia* coletada em cinco épocas diferentes no Distrito Federal. Folhas e flores secas de 10 plantas foram coletadas em cada época e o óleo essencial extraído por hidrodestilação em aparelho Clevenger modificado e analisado por cromatografia gasosa (CG-FID) acoplada a espectrometria de massas (CG-MS). Os teores obtidos de óleo essencial apresentaram diferença significativas entre épocas, variando de 0,71% em fevereiro (verão chuvoso) à 0,97% em julho (inverno seco). Os compostos majoritários que apresentaram diferenças significativas entre as épocas foram biciclogermacreno, beta-felandreno e espatulenol. Os dois primeiros compostos tiveram sua maior expressão em julho de 2013 com 16,3% e 17,8%, respectivamente, enquanto para o espatulenol esta época correspondeu ao seu menor valor, 4,01%. A Análise Discriminante Canônica do perfil químico do óleo essencial de *B. reticularia* permitiu separar três perfis químicos pela sazonalidade. As diferenças observadas ocorrem possivelmente em função da variação climática e do estágio fenológico da espécie.

Palavras- chaves: *Baccharis reticularia*, óleo essencial, sazonalidade, Cerrado.

ABSTRACT

SEASONAL VARIATION OF *BACCHARIS RETICULARIA* DC. (ASTERACEAE) ESSENTIAL OILS.

Baccharis reticularia DC. is a shrubby species, native to the Cerrado and the Atlantic Forest biomes, and endemic to Brazil. The chemical composition of essential oils as well as their yield depends, among other factors, from the time of harvesting of a species. The objective of this study was to analyze the qualitative and quantitative variation of the essential oil of *B. reticularia* collected at different times in the Federal District. Dried leaves and flowers of 10 plants were collected in each season and the essential oil extracted by hydrodistillation in a modified Clevenger apparatus and analyzed by gas chromatography (GC-FID) coupled to mass spectrometry (GC-MS). The content of essential oil obtained showed significant differences between seasons, ranging from 0.71% in February (rainy summer) to 0.97% in July (dry winter). The major compounds that showed significant differences between seasons were bicyclogermacrene, beta-phellandrene and spathulenol. The first two compounds had higher expression in July 2013 with 16.3% and 17.8%, respectively, while for spathulenol this time corresponded to its lowest value, 4.01%. The Canonical Discriminant Analysis of the chemical profile of the essential oil of *B. reticularia* allowed to separate three chemical profiles by seasonality. The differences occur possibly due to changes in climate and phenological stage of the species.

Key-words: *Baccharis reticularia* DC., essential oil, seasonal, Cerrado.

4.1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é a segunda maior formação vegetal brasileira, menor apenas que o bioma Amazônia, ocupando aproximadamente 22% do território nacional (RATTER, 1992). Caracteriza-se pela grande diversidade de ambientes, variando desde campos com vegetação rasteira até florestas, como o cerradão. Estas fitofisionomias abrigam alta diversidade de espécies da fauna e da flora, sendo muitas delas encontradas exclusivamente no Cerrado. A riqueza florística desse bioma compõe uma lista de mais de 11 mil espécies de plantas nativas (MENDONÇA *et. al.*, 1998), das quais 4.400 são endêmicas (MYERS *et. al.*, 2000). Apesar da importância evidente dos recursos naturais presentes no Cerrado, ele ainda é pouco representado no sistema brasileiro de áreas protegidas, apenas 2,9% de sua extensão original estão em unidades de conservação (MMA, 2012). Além disso, a degradação deste Bioma acontece de forma rápida e intensa, sendo que dos 2 milhões de Km² (IBGE, 2004), mais da metade já foi antropizada até 2010 (MMA, 2011) levando à perda de material genético vegetal nativo praticamente desconhecido tanto pelos meios populares quanto científicos. Devido à diversidade biológica e o risco de extinção, o Cerrado é reconhecido internacionalmente como um dos 25 hotspots para conservação, fato que demonstra a importância e urgência da pesquisa de espécies nativas desse bioma para a conservação do patrimônio genético natural existente nele. Poucas espécies aromáticas aparecem na lista das apontadas como prioritárias para conservação de germoplasma na região do Cerrado e Pantanal (VIEIRA; POTZEMHEIM, 2008; VIEIRA *et. al.* 2002). A família Asteraceae é a maior dentre as angiospermas (BREMER, 1994), com grande importância no estrato herbáceo e arbustivo do Cerrado (RATTER *et. al.*, 1997), apresentando grande potencial de produção de óleo essencial, com 180 gêneros no Brasil dos quais 100 ocorrem no Cerrado (VIEIRA; POTZEMHEIM, 2008).

Baccharis reticularia DC., pertencente à família Asteraceae, é nativa do Cerrado e endêmica do Brasil. Está presente desde a Bahia até Santa Catarina, ocupando os domínios da Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (HEIDEN; SCHNEIDER, 2013). É uma espécie aromática, arbustiva, de 1-2 metros de altura, ereta e ramificada possuindo ampla distribuição no Distrito Federal. Os compostos químicos secretados no gênero *Baccharis* têm importante ação hepatoprotetora e gastrointestinal, além de serem utilizados também na perfumaria (GENÉ *et.al.*, 1992; TORRES *et. al.*, 2000).

A evaporação das essências da superfície das plantas exerce função ecológica nas plantas que as produzem, atuando como mecanismo de defesa contra as bactérias e fungos fitopatogênicos; como inibidor de germinação de outras espécies vegetais que venham a competir pelo solo, luz e água; na proteção contra insetos predadores e na atração de polinizadores (CRAVEIRO; MACHADO, 1986; NOVACOSK *et. al.*, 2006). Além disso, possuem ação protetora em relação a estresses abióticos, como aqueles associados com mudanças de temperatura, conteúdo de água, níveis de luz, exposição a UV e deficiência de nutrientes minerais, fator que poderia justificar diferenças na constituição química dos óleos essenciais de uma mesma espécie (PERES, 2004).

Para Cronquist (1981), o sucesso evolutivo das espécies de *Baccharis* na defesa contra herbivoria e microrganismos foi provavelmente devido aos diversos metabólitos secundários produzidos pelas espécies do gênero.

Estes compostos aumentam as chances de sobrevivência de uma espécie, pois exercem atividades biológicas de proteção contra bactérias, fungo e vírus fitopatogênicos (HAMMERSCHMID, 2004; BEDNAREK, 2009). As propriedades biológicas dos metabólitos secundários estão diretamente relacionadas com a composição química, a qual pode ser afetada pelas variações geográfica, sazonal e genética. Na composição dos óleos essenciais do gênero *Baccharis*, por exemplo, há estudos que identificam variação destas composições de acordo com a localização geográfica e condições ambientais, bem como com o processo extrativo empregado (FRIZZO *et.al.*, 2008).

Muitos trabalhos demonstram que a época em que uma planta é coletada é um fator de grande importância, visto que tanto a quantidade quanto a composição dos constituintes ativos dos óleos essenciais não é constante durante o ano (LIMA *et. al.*, 2003; GOBBO-NETO; LOPES, 2007). Em geral, as espécies apresentam épocas específicas em que contêm maior quantidade de princípio ativo no seu tecido, podendo esta variação ocorrer tanto no período de um dia como em épocas do ano (REIS *et. al.*, 2003). A erva-de-bicho (*Polygonum hydropiperoides*), por exemplo, se coletada no outono, apresenta maior teor de polifenóis e tanino e, se coletada na primavera, maior teor de flavonóides (JÁCOME *et.al.*, 2004 apud BOCHNER *et. al.*, 2012). Botrel *et. al.* (2010) observaram diferenças nas concentrações relativas (%) do óleo essencial de *Hyptis marruboides* Epl. ao longo das estações do ano. O verão apresentou o maior teor de óleo e o inverno, no entanto, apresentou a maior concentração relativa (%) dos componentes majoritários alfa e beta-tujona. Também o perfil químico do óleo sofreu

alteração durante as estações do ano. Os compostos alfa-linalol, alfa-ionona e beta-ionona caracterizaram a primavera, enquanto o verão foi caracterizado pela ocorrência de beta-damascenona e geranil-acetona.

A ampla variedade de metabólitos secundários vegetais, em especial, os óleos essenciais, vem despertando o interesse de pesquisadores de diversos campos de atuação, principalmente na busca por produtos alternativos mais naturais para saúde e menos nocivas ao meio ambiente. Compreender a influência dos fatores ambientais na regulação de biossíntese de metabólitos secundários, pode contribuir para o aumento e a otimização da produção de compostos químicos de interesse industrial e medicinal, além de causar menores danos ambientais por meio de um extrativismo mais sustentável. O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise comparativa do teor e composição de óleo essencial de *B. reticularia* em cinco diferentes épocas do ano no Distrito Federal.

4.2. MATERIAL E MÉTODO

4.2.1. Coleta e preparo do material

Amostras de folhas de dez indivíduos de *B. reticularia* foram coletadas aleatoriamente em uma população do Parque Ecológico Ermida Dom Bosco, em Brasília - DF, as 10 horas da manhã, durante um ano. As coletas foram realizadas nos dias 17 de julho de 2012, 13 de novembro de 2012, 10 de fevereiro de 2013, 25 de maio de 2013 e 25 de julho de 2013, sendo Julho correspondente à época de florescimento da espécie, foram coletadas flores e folhas neste mês. Uma amostra foi depositada no herbário da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Herbário CEN) sob o número de tombo CEN 82868. O clima da região caracteriza-se por duas estações bem distintas, uma chuvosa, de outubro a maio, e outra seca, de junho a setembro (Figura 8 e figura 9). Área da coleta é plana com cerrado *sensu stricto* preservado e localizada nas seguintes coordenadas geográficas: altitude 1023m, latitude 15°45'3"S e longitude 47°33'4"W.

4.2.2. Extração e rendimento do óleo essencial e teor de umidade das folhas de *B. reticularia*

O óleo essencial foi extraído por hidrodestilação em aparelho Clevenger modificado em balão de 2 L por 3 horas, posteriormente tratado com Na_2SO_4 , pesado e armazenado ao abrigo de umidade e luz, e mantido sob refrigeração a $+5^\circ\text{C}$. O rendimento do óleo essencial de cada amostra foi calculado através da relação entre a massa de óleo e a massa de material vegetal seco (base seca) utilizando a fórmula: $R = \text{peso do óleo essencial (mg)} \times 100 / \text{peso seco de folhas (g)}$ (e flores quando presentes), em que: R = rendimento de óleo essencial (%), Peso do óleo essencial = massa do óleo essencial extraído em gramas e Peso seco = quantidade de folhas (e flores) utilizadas na extração. Para a obtenção do teor médio de umidade nas folhas de *B. reticularia* pesou-se uma amostra composta com os dez indivíduos coletados para cada época. O teor de umidade nas folhas foi calculado através da relação entre a massa fresca da amostra e a sua massa seca, utilizando a fórmula: $U\% = 1 - \text{massa seca (g) da amostra} \times 100 / \text{massa fresca}$.

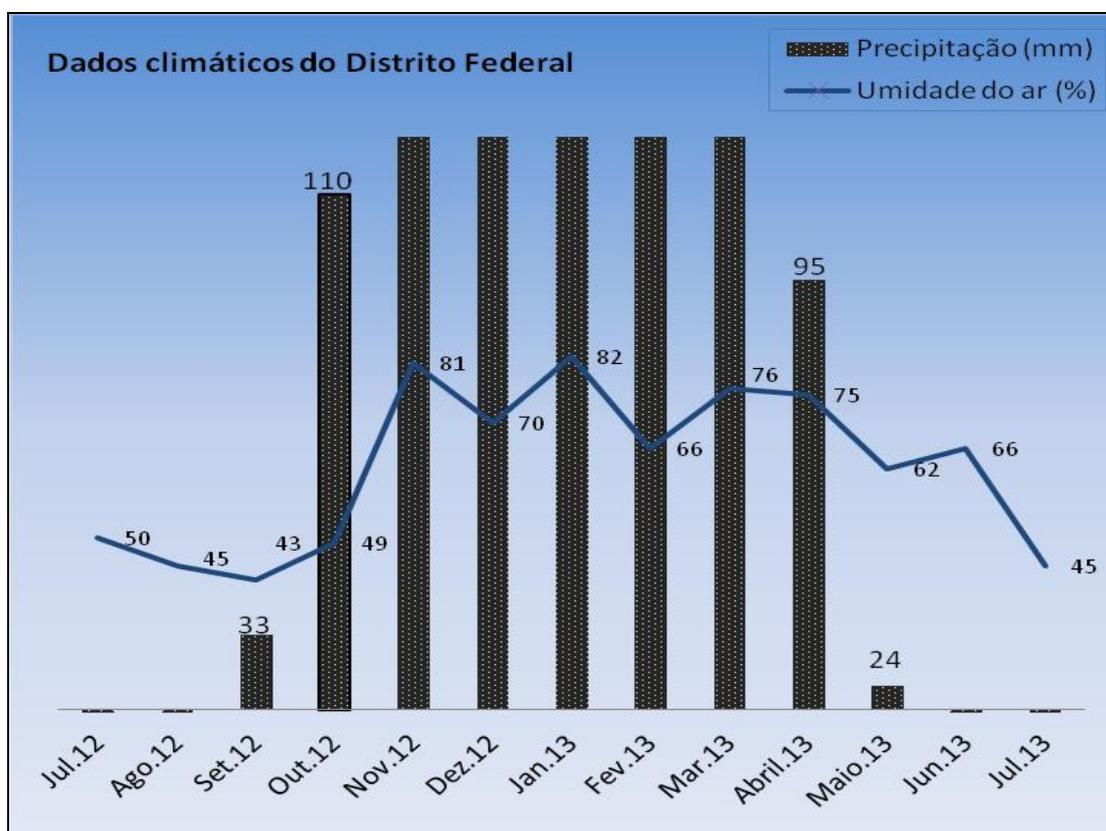


Figura 8. Dados mensais de precipitação e umidade relativa do ar no Distrito Federal entre o período de julho de 2012 à julho de 2013. Fonte: Inmet.

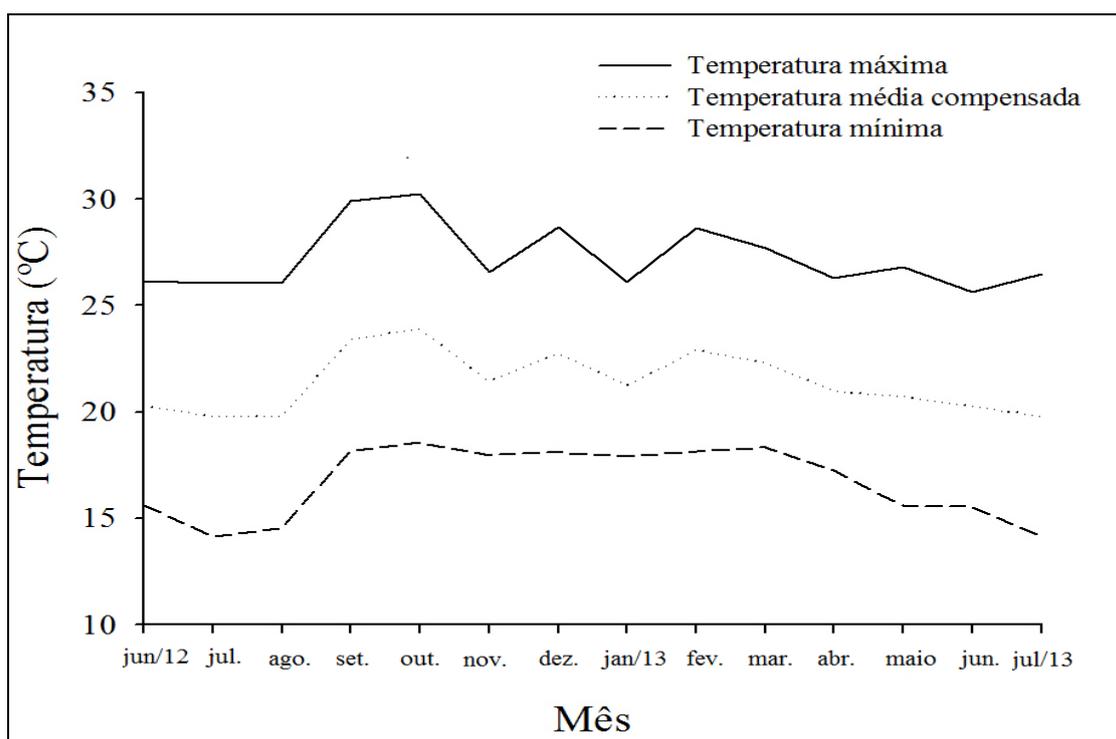


Figura 9. Dados mensais de temperatura máxima média (°C), temperatura compensada média (°C) e temperatura mínima média (°C) no Distrito Federal no período de junho de 2012 à julho de 2013. Fonte: Inmet.

4.2.3. Análise cromatográfica

As análises da composição química dos óleos essenciais obtidos foram realizadas em um cromatógrafo Agilent 7890A equipado com um detector de ionização por chama, utilizando uma coluna capilar de sílica fundida HP-5 MS (5%-fenil-95%-metilsilicone, 30 m de comprimento X 0,25 mm de diâmetro interno X 0,25 µm de espessura do filme). Utilizou-se hidrogênio como gás de arraste com fluxo de 1,0 mL/min. As temperaturas do injetor e do detector foram mantidas em 250°C e 280°C, respectivamente. A temperatura do forno variou de 60°C a 240°C/min, a uma taxa de 3°C/min. As amostras de óleo essencial foram diluídas em diclorometano (1% V/V), e injetou-se 1,0 µL de cada no modo com divisão de fluxo (1:20). Para a quantificação utilizou-se normalização de área (área %).

Os espectros de massas foram obtidos em um sistema Agilent 5973N acoplado a um cromatógrafo Agilent 6890, empregando a mesma coluna cromatográfica, nas mesmas condições acima, exceto o gás de arraste, tendo-se utilizado hélio (1,0 mL/min).

Utilizou-se ionização eletrônica a 70eV. A fonte de ionização foi mantida a 220°C, o analisador (quadropolo) a 150°C e a linha de transferência a 260°C. A taxa de aquisição de dados foi de 3,15 varreduras/s (scans/s), na faixa de 40 a 500 Da. Os índices de retenção lineares foram calculados a partir dos tempos de retenção dos componentes dos óleos essenciais e aqueles de uma série homóloga de n-alcenos injetados na mesma coluna e com as mesmas condições de análise acima (VAN DEN DOOL ; KRATZ, 1963). Para a identificação dos componentes dos óleos seus espectros de massas foram comparados com dados da espectroteca Wiley 6th edição e também por verificação de seus índices de retenção linear com dados da literatura (ADAMS, 2007). Um componente foi considerado identificado quando tanto o espectro de massas quanto o índice de retenção foram compatíveis com valores publicados.

4.2.4. Análise estatística

Para comparar o rendimento médio do óleo essencial entre as épocas investigadas, utilizou-se a Anova clássica seguida do teste de Tukey, em que as suposições de normalidade e homogeneidade entre as variâncias foram satisfeitas. Para a análise de comparação entre as médias das épocas para cada composto individualmente, foi realizado o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis. Além disso, foi realizada uma Análise Discriminante Canônica em que foi permitido discriminar o perfil químico do óleo essencial nas épocas coletadas por meio do teste MANOVA h de Wilks. O programa R, de domínio público, foi utilizado para desenvolver as análises estatísticas (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos revelaram a ocorrência de variação sazonal significativa no teor de óleo essencial de *Baccharis reticularia* (Tabela 6; Figura 9). As épocas em que o óleo essencial desta espécie apresentou maior rendimento (0,97%) correspondeu aos meses de julho de 2012, julho de 2013 (inverno) e novembro de 2012 (primavera). Em fevereiro (verão) e maio (outono) esses valores decaíram significativamente atingindo 0,71 %.

Devido às características climáticas da região, marcadas por inverno seco e verão chuvoso, e dos resultados obtidos, é possível inferir que a baixa umidade relativa do ar e precipitação no inverno tendem a favorecer o aumento da produção de óleo essencial para essa espécie. Resultado semelhante foi encontrado por Carreira (2007) em que o rendimento dos óleos voláteis de *Baccharis trimera*, coletadas tanto em áreas do Cerrado como da Mata Atlântica, foi maior quando houve diminuição da precipitação e da temperatura. Também Santos *et. al.* (2004) verificaram que o efeito do estresse hídrico no teor de óleo essencial de *Hyptis pectinata* L. sob o quatro dias de supressão de água, aumentou a produção em 55% em relação àquelas irrigadas continuamente (sem estresse).

Pelos cálculos realizados de teor médio de umidade presente nas folhas de *B. reticularia*, pôde-se observar que os maiores teores de umidade foram encontrados nas folhas coletadas em fevereiro (70%) e maio (63%), épocas em que foram verificados os menores teores do óleo essencial. Já os maiores rendimentos do óleo essencial obtidos nos meses de julho de 2012 e 2013 e novembro de 2012 possivelmente estão relacionados também com os menores teores de umidade detectados nas folhas desta espécie nesse período, sendo estes: 54% em julho de 2012, 58% em novembro de 2012 e 52% em julho de 2013. Chuvas intensas e constantes podem resultar na perda de substâncias hidrossolúveis presentes principalmente nas folhas e flores (Morais, 2009). Este fator foi atribuído por Vitti e Brito (1999) ao maior rendimento de óleo essencial encontrado nas folhas de eucalipto coletadas nos meses mais secos do ano (abril a setembro). Figueiredo *et. al.* (2007) completa ainda que nos climas mediterrâneos, em que as plantas estão normalmente sujeitas a estresse hídrico, cerca de 38% das plantas são produtoras de óleos essenciais, enquanto nos climas temperados esse número decresce para 11%.

Andrade e Gomes (2000) verificaram que folhas maduras de *Eucalyptus citriodora* Hook coletadas no outono (período de estiagem) proporcionaram maiores rendimentos em óleo essencial comparadas com aquelas coletadas no verão (período chuvoso). Em Barros *et. al.* (2009), foi constatado que o rendimento do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) cultivada no Rio Grande do Sul sofreu uma forte influência das condições ambientais, apresentando um comportamento diretamente proporcional à temperatura e nebulosidade e inversamente proporcional à precipitação. Os autores argumentam que o fator temperatura também pode beneficiar a biossíntese de um constituinte terpenoídico por uma espécie vegetal, através do favorecimento de sua

atividade enzimática, como por exemplo a terpeno-sintetase (TPS1), em que sua temperatura ótima de reação está entre 30 e 37 °C. Esse fato poderia justificar o aumento do rendimento de óleo essencial, bem como da produção de certos constituintes, em épocas do ano que apresentem temperaturas mais elevadas. No entanto, para a espécie estudada neste trabalho, o fator temperatura não parece estar influenciando de forma relevante a produção do óleo essencial.

Outro fator relevante na síntese de óleos essenciais é o estágio de desenvolvimento em que se encontra o vegetal. Hosni *et. al.* (2011) observaram que o estágio do desenvolvimento regula a biossíntese de óleo essencial de *Hypericum triquetrifolium* Turra, tendo ocorrido um aumento durante a floração e sua diminuição na fase de frutificação. É provável que este fator também esteja influenciando no aumento do rendimento do óleo essencial encontrado para a espécie de *B. reticularia* no período do inverno, visto que a espécie se encontrava no estágio de florescimento.

Tabela 6. Composição química e rendimentos do óleo essencial de *B. reticularia* coletada em cinco épocas no Distrito Federal

| Constituintes químicos | Índice de Retenção (IR) | julho/12 | Novembro/12 | fevereiro/13 | maio/13 | julho/13 |
|--|-------------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| | | (inverno) | (verão) | (primavera) | (outono) | (inverno) |
| % relativa dos constituintes químicos ¹ | | | | | | |
| alfa-pineno | 932 | 1.38 (0.28) a | 1.27 (0.44) a | 1.38 (0.43) a | 1.48 (0.52) a | 1.49 (0.35) a |
| sabineno | 971 | 2.04 (0.55) a | 1.38 (0.29) b | 1.33 (0.33) b | 1.48 (0.40) b | 2.23 (0.44) a |
| beta-pineno | 975 | 21.2 (3.30) a | 19.6 (4.80) a | 20.4 (5.53) a | 21.7 (6.53) a | 22.8 (4.98) a |
| mirreno | 989 | 0.72 (0.17) a | 0.67 (0.28) a | 0.66 (0.20) a | 0.79 (0.20) a | 0.89 (0.21) a |
| beta-felandreno | 1027 | 15.5 (4.92) ab | 11.6 (2.91) cd | 9.39 (2.58) d | 13.4 (3.70) bc | 17.8 (4.07) a |
| 4-terpineol | 1174 | 0.33 (0.37) a | 0.10 (0.31) a | 0.37 (0.22) a | 0.34 (0.35) a | 0.52 (0.22) a |
| criptona | 1183 | - | 0.11 (0.35) c | 0.60 (0.47) a | 0.14 (0.23) b | 0.04 (0.12) c |
| african-2(6)-eno | 1337 | 0.05 (0.15) a | 0.14 (0.29) a | 0.03 (0.11) a | 0.06 (0.20) a | 0.05 (0.17) a |
| alfa-cubebeno | 1345 | 0.14 (0.24) a | 0.48 (0.44) a | 0.39 (0.44) a | 1.35 (0.35) a | 0.09 (0.19) a |
| alfa-copaeno | 1371 | 2.09 (0.73) a | 2.21 (0.52) a | 1.69 (0.88) a | 2.53 (0.94) a | 1.57 (0.79) a |
| modhefeno | 1373 | 0.30 (0.52) a | 0.77 (0.83) a | 0.51 (0.36) a | 0.66 (0.69) a | 0.25 (0.49) a |
| isocomeno | 1380 | 0.51 (0.77) a | 1.32 (1.15) a | 0.76 (0.44) a | 0.98 (1.05) a | 0.48 (0.73) a |
| beta-cubebeno | 1385 | 2.23 (0.77) a | 1.93 (0.55) a | 1.45 (0.74) a | 1.45 (0.76) a | 1.81 (0.99) a |
| beta-elemenno | 1387 | 1.12 (0.25) a | 0.99 (0.46) a | 0.94 (0.25) a | 0.92 (0.45) a | 0.86 (0.27) a |
| beta-isocomeno | 1398 | 0.15 (0.33) a | 0.43 (0.59) a | 0.24 (0.27) a | 0.25 (0.52) a | 0.13 (0.33) a |
| (E)-beta-cariofileno | 1413 | 2.50 (1.33) a | 2.61 (1.55) a | 2.00 (0.89) a | 2.50 (1.38) a | 2.25 (1.35) a |
| beta-copaeno | 1423 | 0.17 (0.29) a | 0.41 (0.47) a | 0.28 (0.21) a | 0.36 (0.33) a | 0.17 (0.23) a |
| aromadendreno | 1432 | 0.04 (0.14) b | 0.18 (0.29) b | 0.38 (0.24) a | 0.65 (0.37) a | 0.12 (0.26) b |
| alfa-humuleno | 1447 | 0.96 (0.19) a | 0.85 (0.47) a | 1.03 (0.61) a | 1.08 (0.26) a | 0.62 (0.42) a |
| gama-muuroleno | 1471 | 0.16 (0.27) b | 0.12 (0.26) b | 0.48 (0.21) a | 0.62 (0.26) a | 0.13 (0.22) b |
| germacreno D | 1475 | 10.9 (3.87) a | 8.98 (2.62) a | 8.77 (4.84) a | 8.03 (3.40) a | 9.34 (3.74) a |
| beta-selineno | 1488 | - | - | 0.57 (0.84) a | 0.35 (0.55) a | - |
| biciclogermacreno | 1491 | 14.4 (3.90) ab | 12.5 (3.72) b | 11.3 (5.81) b | 11.9 (3.89) b | 16.3 (3.44) a |
| alfa-muuroleno | 1495 | 1.05 (0.23) a | 1.08 (0.21) a | 0.81 (0.37) a | 1.18 (0.27) a | 0.89 (0.26) a |

| Constituintes químicos | Índice de Retenção (IR) | julho/12 | Novembro/12 | fevereiro/13 | maio/13 | julho/13 |
|--|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | (inverno) | (verão) | (primavera) | (outono) | (inverno) |
| % relativa dos constituintes químicos ¹ | | | | | | |
| germacrene A | 1498 | 0.62 (0.35) a | 0.61 (0.44) a | 0.92 (0.35) a | 0.68 (0.43) a | 0.54 (0.35) a |
| gama-cadineno | 1509 | 0.38 (0.41) bc | 0.52 (0.47) abc | 0.72 (0.16) ab | 0.79 (0.51) a | 0.37 (0.33) c |
| delta-cadineno | 1519 | 1.27 (0.79) a | 1.20 (0.71) a | 1.03 (0.57) a | 2.02 (0.69) a | 1.38 (0.30) a |
| kessano | 1520 | 2.42 (2.45) a | 3.87 (1.95) a | 2.92 (1.67) a | 2.03 (1.36) a | 2.76 (0.98) a |
| liguloxido | 1522 | 3.47 (2.88) a | 5.00 (2.27) a | 3.89 (2.38) a | 2.77 (1.91) a | 3.78 (1.40) a |
| elemol | 1543 | - | 1.07 (2.60) a | 0.52 (0.24) a | 0.81 (2.57) a | 0.18 (0.29) a |
| germacreno B | 1548 | - | - | 0.08 (0.18) a | - | - |
| espatulenol | 1578 | 6.78 (2.45) a | 7.92 (5.32) a | 9.48 (4.20) a | 6.39 (3.23) a | 4.01 (2.18) b |
| 1-epi-cubenol | 1627 | - | 0.15 (0.31) bc | 0.55 (0.43) a | 0.45 (0.48) ab | 0.26 (0.29) ab |
| iso-espatulenol | 1624 | - | - | - | 1.66 (0.24) a | - |
| alfa-muurolol | 1637 | - | - | 0.12 (0.20) a | 0.28 (0.37) a | 0.13 (0.30) a |
| alfa-eudesmol | 1641 | - | 0.34 (0.45) ab | 0.49 (0.21) a | 0.36 (0.46) ab | 0.19 (0.32) bc |
| % do Óleo Essencial² | | 0.97 ± 0.22 a | 0.94 ± 0.24 a | 0.71 ± 0.16 b | 0.76 ± 0.18 b | 0.97 ± 0.25 a |

¹ Média (desvio padrão), Letras iguais indicam que as épocas não diferem significativamente, p-valor<0.05, segundo o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

² Média (desvio padrão), Letras iguais indicam que as épocas não diferem significativamente, p-valor < 0.015, segundo teste de Tukey.

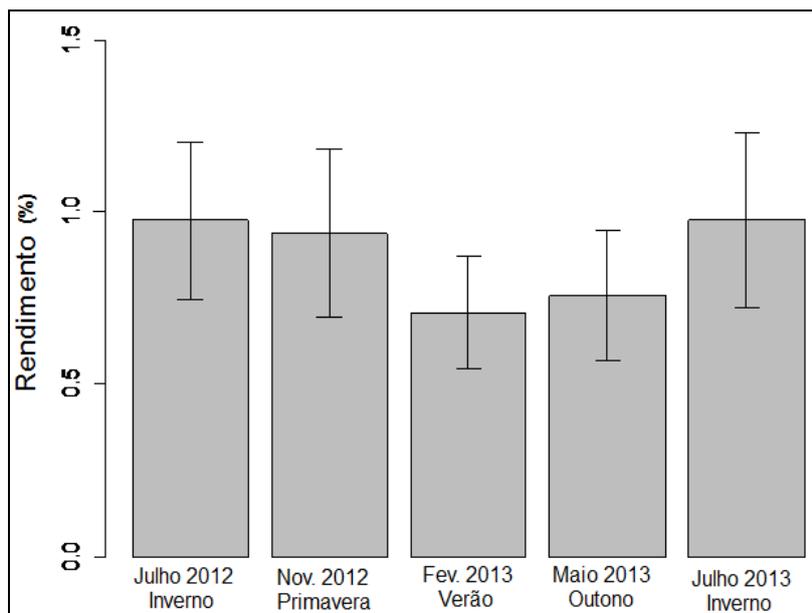


Figura 10. Gráfico com os rendimentos (%) do óleo essencial de *B. reticularia* coletada no Distrito Federal em cinco épocas diferentes.

Na análise da composição química (Tabela 6), foram identificados 36 constituintes variando conforme a época de coleta, sendo a sua maioria representada por sesquiterpenos (cerca de 80%). Em julho de 2012 foram identificados 29 compostos (representando 91% do total de constituintes detectados), 32 compostos em novembro (90%), 35 em fevereiro de 2013 (86%), 35 em maio de 2013 (92%) e 33 em julho de 2013 (94%). Foi observado que as amostras coletadas em fevereiro e maio, apresentaram o maior número de compostos detectados na análise cromatográfica, sendo caracterizada como a época com maior diversidade química no óleo essencial. Essa diversidade química em óleos essenciais também foi verificada por Barros *et. al* (2009), em que o número de constituintes presentes no óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) aumentou de 20 para 35 compostos no decorrer do ano. Este aumento pôde ser atribuído à versatilidade catalítica das enzimas terpeno-sintetases, que frequentemente produzem múltiplos produtos a partir de um único substrato (KÖLLNE *et. al.*, 2004; PINTO-ZEVALLOS, 2013).

Os compostos químicos majoritários (> 5%) encontrados em *Baccharis reticularia* no presente trabalho foram: beta-pineno (19,6%-22,8%), beta-felandreno (9,39%-17,8%), biciclogermacreno (11,3%-16,3%), germacreno D (8,03 %-10,9 %) e espatulenol (4,01%-9,48%). Os teores de beta-pineno e germacreno D não diferiram estatisticamente entre as épocas, mantendo-se constantes no decorrer do ano, enquanto beta-felandreno, biciclogermacreno e espatulenol apresentaram rendimentos variáveis

ao longo do ano. A coleta de julho de 2013 apresentou os maiores valores de beta-felandreno (17,8%) e biciclogermacreno (16,3%). Já o teor de espatulenol em julho de 2013 foi diferenciado dos teores das demais épocas (6,39%-9,48%) devido ao seu baixo valor detectado (4,01%).

Dos compostos identificados no óleo essencial de *B. reticularia*, 32 foram considerados minoritários (<5,0%), entre eles, 11 apresentaram diferenças significativas entre as épocas (Tabela 6). Pôde-se observar uma tendência de acréscimo no teor desses compostos nos meses fevereiro (verão) e maio (outono), exceto para sabineno que teve sua maior concentração obtida nos meses de julho (inverno). Foi observado também que os compostos germacreno B e o iso-espatulenol foram detectados apenas em fevereiro, beta-selineno estava presente em fevereiro e maio e alfa-muuroleno não foi detectado em nenhuma das 2 coletas realizadas em 2012, apenas nas coletas de 2013.

O inverno no Distrito Federal tem como característica marcante o baixo índice de pluviosidade e umidade, fato que possivelmente está influenciando nas variações qualitativas do óleo essencial de *B. reticularia*. Segundo Morais (2009) a deficiência hídrica, caracterizada por diferentes formas e intensidades apresenta correlação direta na concentração dos constituintes químicos da planta, havendo relatos na literatura de que o estresse hídrico geralmente induz um aumento na produtividade de alguns terpenóides e uma redução em outros. Mendes *et. al.* (2012) relacionaram a maior concentração de linalol presente no óleo essencial de *Dalbergia frutescens* (Vell.) Britton com os menores índices de precipitação anual. Deschamps *et. al.* (2008) observaram que o linalol presente no óleo essencial de *Mentha x piperita* diminuíram no inverno (chuvoso), enquanto que outros compostos no mesmo período aumentaram.

Outro fator que possivelmente está associado às variações dos componentes químicos é o estágio fenológico da planta. Nos meses de julho (inverno), *B. reticularia* se encontrava em pleno florescimento, podendo estimular a síntese de determinados compostos e/ou diminuir a produção de outros. Figueiredo *et. al.* (1995), por exemplo, encontrou em *Lavandula pinnata* L. fil. var. *pinnata* o teor de beta-felandreno de 31,7% na fase floral enquanto na fase vegetativa esse valor foi de 19,5%.

Para a análise comparativa do perfil químico do óleo essencial de *B. reticularia* nas cinco épocas coletadas foi realizada uma Análise Discriminante Canônica. Ao nível de 5% de significância estatística, a análise de variância multivariada mostrou que as épocas diferem entre si [h de Wilks (46.471) = 0.00012; significativo]. As análises (Canônica 1 e 2) permitiram discriminar 85,1% da variabilidade total, revelando

basicamente, a existência de três perfis de óleo essencial em *B. reticularia* (Figura 10). O primeiro perfil corresponde ao óleo essencial obtido nas coletas de julho 2012 e 2013 (inverno), em que sua expressão está relacionada com os vetores influenciados por sabineno e beta-felandreno. Um segundo perfil refere-se às amostras colhidas em novembro (primavera) e maio (outono) agrupado pelos vetores relacionados a alfa-cubebeno, alfa-copaeno e alfa-muuroleno. E um terceiro perfil corresponde à amostra de fevereiro (verão), em que é separado das demais épocas devido aos vetores ligados a gama-muuroleno e gama-cadineno.

Gobbo-Neto e Lopes (2007) citam que os fatores (bióticos e/ou abióticos) apresentam correlações entre si e não atuam isoladamente, podendo influir em conjunto no metabolismo secundário, tais como desenvolvimento e sazonalidade; índice pluviométrico e sazonalidade; temperatura e altitude, entre outros. A interação desses fatores é provavelmente ainda mais expressiva em plantas silvestres, como é o caso de *B. reticularia*, cuja ocorrência está associada à ambientes naturais em que não se consegue isolar determinados fatores de influência como é feito em casas de vegetação e cultivos em ambientes controlados. As variações obtidas no presente trabalho são, portanto, indicativos de que fatores e/ou condições ambientais, tais como precipitação, umidade, estágio fenológico, interações com polinizadores e predadores, estão atuando sobre o metabolismo da planta possivelmente de forma conjunta e não-homogênea, alterando a síntese de alguns compostos mas não de outros.

Embora exista uma complexidade de fatores, é possível verificar que existe uma variação significativa no perfil químico de uma mesma planta nativa quando colhida em diferentes épocas, o que pode representar uma diferente percepção olfativa do seu óleo essencial, se esta for usada para fins cosméticos e de perfumaria.

Este trabalho nos permite recomendar que para maximar a concentração de um princípio ativo de origem vegetal, seja para fins farmacológicos e agrônômicos ou de perfumaria e cosmética, a decisão pela época do ano mais adequada para a colheita da planta de interesse é um fator fundamental, em especial quando se refere à espécies ainda não domesticadas. Sabe-se que uma rede complexa de fatores exerce influência sobre os metabólitos secundários das plantas, tornando necessário, portanto, o incentivo à pesquisas mais aprofundadas que visem esclarecer as condições e épocas mais adequadas para o cultivo e/ou coleta de uma matéria-prima vegetal com princípios ativos e concentrações de interesse.

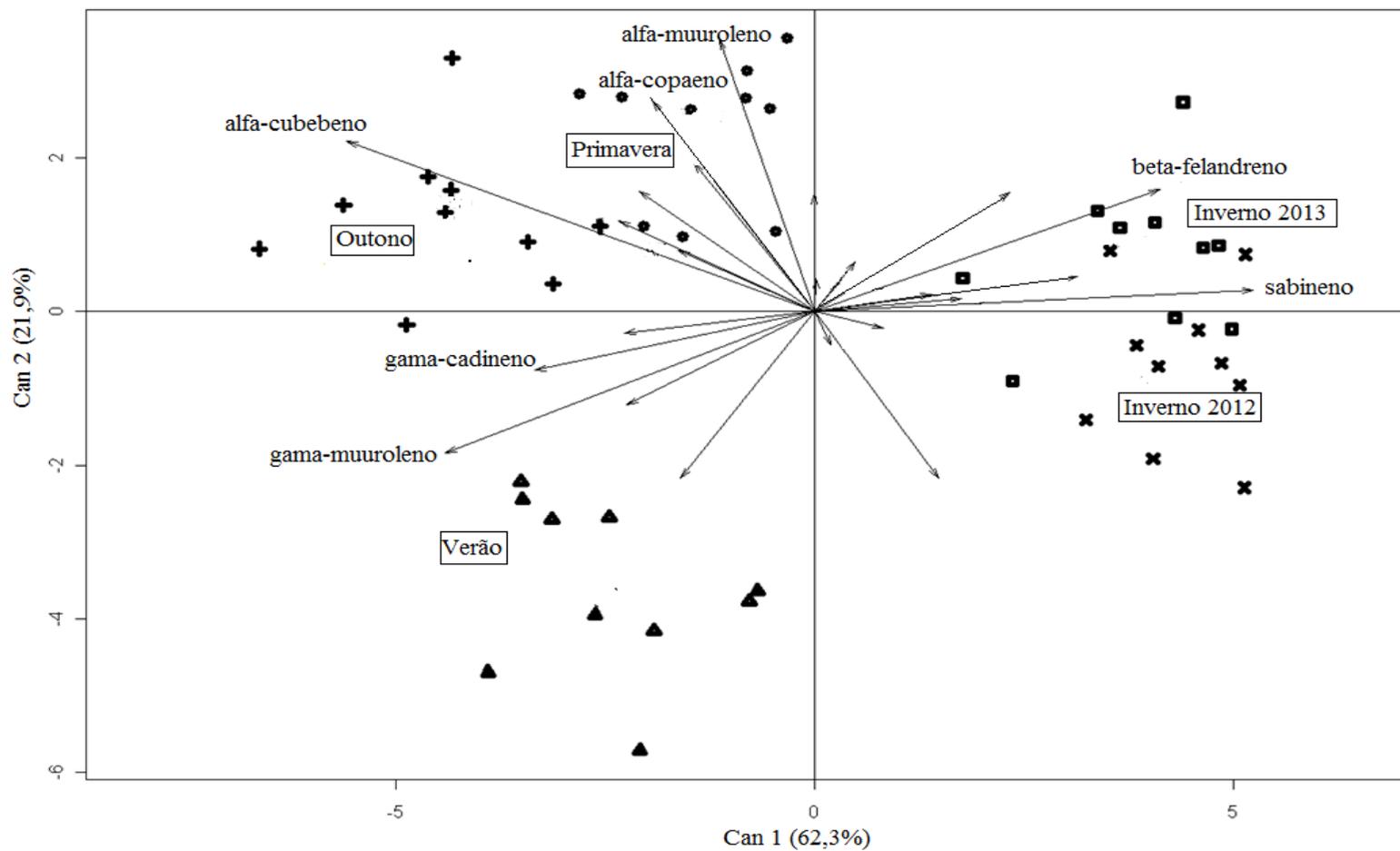


Figura 11. Biplot resultante da análise discriminante canônica, referente aos constituintes químicos de 50 indivíduos de *B. reticularia* coletadas em cinco épocas no Distrito Federal. Legenda: ✕ = Inverno (julho de 2012); ● = Primavera (novembro de 2012); ▲ = Verão (fevereiro de 2013); + = Outono (maio de 2013); ■ = Inverno (julho de 2013).

4.4. CONCLUSÃO

- Os dados obtidos neste trabalho revelaram a existência de diferenças significativa na composição química e no rendimento de óleo essencial de *Baccharis reticularia* em função da sazonalidade.
- O teor de óleo essencial variou de 0,71% a 0,97% no decorrer do ano, sendo os menores teores obtidos em fevereiro e maio, e os teores mais elevados obtidos em julho e novembro.
- Os compostos majoritários que apresentaram diferença significativa foram beta-felandreno, biciclogermacreno e espatulenol, ressaltando que os dois primeiros tiveram sua maior expressão em julho e o terceiro apresentou neste período o seu menor teor.
- Pela análise discriminante canônica foi permitido separar três perfis químicos do óleo essencial de *B. reticularia*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, R. P. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Mass Spectrometry. New York: Allured Publishing, 2007, 804p.

ANDRADE, A.M.; GOMES, S.S. Influência de alguns fatores não genéticos sobre o teor de óleo essencial em folhas de *Eucalyptus citriodora* Hook. Floresta e Ambiente, v.7, n.1, p.181-9, 2000.

BARROS, F.M.C. *et. al.* Variabilidade sazonal e biossíntese de terpenóides presentes no óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown (Verbenaceae). Química Nova, v.32, n.4, p.861-7, 2009.

BEDNAREK, P.; OSBOURN, A. Plant-microbe interactions: Chemical diversity in plant defense. Science.v.324, p.746-747, 2009.

BOTREL, P.P.; PINTO, J.E.B.P.; FERRAZ, V.; BERTOLUCCI, S.K.V.; FIGUEIREDO, F.C. Teor e composição química do óleo essencial de *Hyptis marrubioides* EpL. Lamiaceae em função da sazonalidade. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 32, n. 3, p. 533-538, 2010.

BREMER, K. *et. al.* Branch support and tree stability. Cladistics, v.10, n.3, p.295-304, 1994.

CARREIRA, R.C. *Baccharis trimera* (Less.) DC. (Asteraceae): estudo comparativo dos óleos voláteis, atividade biológica e crescimento de estacas de populações ocorrentes em áreas de Cerrado e Mata Atlântica. 2007. Tese de Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente. Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, São Paulo, f. 199, 2007.

CRAVEIRO A.A; MACHADO M.I.L. De Insetos, Aromas e Plantas. Ciência Hoje, v.4, n.23, p.54-63, 1986.

CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of classification. New York: Columbia University Press.

DESCHAMPS, C.; ZANATTA, J.L.; BIZZO, H.R.; OLIVEIRA, M.C.; ROSWAKA, L.C. 2008. Avaliação sazonal do rendimento de óleo essencial em espécies de menta. Ciência Agrotecnologia, v.32, p.725-730.

FIGUEIREDO, A.C.; BARROSO, J.G.; PEDRO, L.G. Plantas aromáticas e medicinais. Factores que afetam a produção. In: Potencialidades e aplicações das plantas aromáticas e medicinais. Curso teórico-prático, pp. 3ª edição. Edição da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Portugal– Centro de Biotecnologia Vegetal. Lisboa. 2007.

FIGUEIREDO, C.A.; BARROSO, J.G.; PEDRO, L.G.; SEVINATE-PINTO, I.; ANTUNES, T.; FONTINHA, S.S., LOOMAN, A.; SCHEFFER, J.J.C. Composition of the Essential Oil of *Lavandula pinnata* L. fil. var. *pinnata* grown on madeira. Flavour Fragr. J., v.10, p.93–96. 1995.

FRIZZO, C.D.; SERAFINI, L.A.; LAGUNA, S.E.; CASSEL, E.; LORENZO, D.; DELLACASSA, E. Essential oil variability in *Baccharis uncinella* DC. and *Baccharis dracunculifolia* DC. growing wild in southern Brazil, Bolivia and Uruguay. Flavour Frag. J. v.23, p.99-106, 2008.

GENÉ, R.M.; MARIN, E.; ADZET, T. Anti-inflammatory effect of aqueous extracts of three species of the genus *Baccharis*. Planta Medica, v.58, n.6, p.565-6, 1992.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. Química Nova, v.30, n.2, p.374-81, 2007.

HAMMERSCHMIDT, R. Secondary metabolites and resistance: More evidence for a classical defense. Physiological and Molecular Plant Pathology. v.65, p.169-170, 2004.

HEIDEN, G.; SCHNEIDER, A. 2013. *Baccharis* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB5241>>. Acesso em: julho/2013.

HOSNI, K.; MSAADA, K.; TAÂRIT, M.B.; MARZOUK, B. Phenological variations of secondary metabolites from *Hypericum triquetrifolium* Turra. Biochem Syst Ecol, v.39, p.43-50, 2011.

IBGE. Mapa de biomas do Brasil. Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>> Acesso em: Agosto de 2012.

JÁCOME, R.L.R.P. *et. al.* Caracterização farmacognóstica de *Polygonum hydropiperoides* Michaux e *P. spectabile* (Mart.) (Polygonaceae). Revista Brasileira de Farmacognosia, v.14, n.1, p.21-7, 2004.

KÖLLNER, T.G.; SCHNEE, C.; GERSHENZON, J.; DEGENHARDT, J. The variability of sesquiterpenes emitted from two *Zea mays* cultivars is controlled by allelic variation of two terpene synthase genes encoding stereoselective multiple product enzymes. The Plant Cell Online, v.16, n.5, p.1115-1131, 2004.

LIMA, H.R.P.; KAPLAN, M.A.C.; CRUZ, A.V.M. Influência dos fatores abióticos na produção e variabilidade de terpenóides em plantas. Floresta e Ambiente, v.10, n.2, p.71-77, 2003.

MENDES, C. E., CASARIN, F., OHLAND, A. L., FLACH, A., DA COSTA, L. A. M. A., DENARDIN, R. B. N., & DE MOURA, N. F. (2012). Efeitos das condições ambientais sobre o teor e variabilidade dos óleos voláteis de *Dalbergia frutescens* (Vell.) Britton (Fabaceae). Quim. Nova, 35(9), 1787-1793.

MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA JÚNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S. & NOGUEIRA, P.E.. Flora Vascular do Cerrado. p. 289-556. In: S. M. Sano & S. P. Almeida (eds). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, EMBRAPA-CPAC. 1998.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Monitoramento do bioma Cerrado: 2009-2010. Brasília: MMA, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatoriofinal_cerrado_2010_final_72_1.pdf> Acesso em: Agosto, 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA) O bioma Cerrado. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>> Acesso em: Agosto, 2012.

MORAIS, L.A.S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. Horticultura Brasileira, v.27, p.S4050-S4063, 2009.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, v.403, p.853-858, 2000.

NOVACOSK, R.; TORRES, R.; STADNICK L.A. Atividade antimicrobiana sinérgica entre óleos essenciais de lavanda (*Lavandula officinalis*), melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), cedro (*Juniperus virginiana*), tomilho (*Thymus vulgaris*) e cravo (*Eugenia caryophyllata*). Revista Analytica, Curitiba, n. 21, p.36-38, 21 março 2006.

PERES, L. E. P. Metabolismo Secundário. Piracicaba – São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. ESALQ/USP, p.1-10. 2004

PINTO-ZEVALLOS, D.M.; MARTINS, C.B.; PELLEGRINO, A.C.; ZARBIN, P.H. Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. Química Nova, v.15, n. 0, p.1-11, 2013.

POTZERNHEIM, M.C.L.; BIZZO, H.R.; VIEIRA, R.F. Análise dos óleos essenciais de três espécies de *Piper* coletadas na região do Distrito Federal (Cerrado) e comparação com óleos de plantas procedentes da região de Paraty, RJ (Mata Atlântica). Rev. Bras. Farmacognosia, v.16, p.246-251, 2006.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2012). R. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acessado em: DATA: fevereiro de 2013.

RATTER, J.A. Transitions between cerrado and forest vegetation in Brasil. In: FURLEY, P.A.; PROCTOR, J.; RATTER, J. A. (Eds.) Nature and dynamics of forestsavanna boundaries. London: Chapman & Hall, p.51-76. 1992.

RATTER, J.A.; RIBEIRO, J.F.; BRIDGEWATER, S. The brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. Annals of Botany, v.80, p.223-230, 1997.

REIS, M.S.; MARIOT, A.; STEENBOCK, W. Diversidade e domesticação de plantas medicinais. In: SIMÕES, C.M.O *et. al.* Farmacognosia: da planta a medicamento. 5.ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora UFRGS/ Editora UFSC, p.43-74, 2003.

SANTOS, T.T. *et. al.* Efeito do estresse hídrico na produção de massa foliar e teor de óleo essencial em sambacaitá (*Hyptis pectinata* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 2004, Campo Grande, RS. Anais. Campo Grande: Congresso de Olericultura, v.22, p.1-4. 2004.

TORRES, L.M.B.; GAMBERINI, M.T.; ROQUE, N.F.; LIMA-LANDMAN, M.T.; SOUCCAR, C.; LAPA, A.J. Diterpene from *Baccharis trimera* with a relaxant effect on rat vascular smooth muscle. Phytochemistry, v.55. p.617-9, 2000.

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P.D. A generalisation of retention index system including linear temperature programmed gas-liquid chromatography. Journal of Chromatography, v.11, p.463-471, 1963.

VIEIRA, R.F., POTZERNHEIM, M. Plantas aromáticas da região centro-oeste. In: Os recursos aromáticos no brasil: seu aproveitamento industrial para a produção de aromas e sabores. Ed.vitória, ES. edufes, p.562-580, 2008.

VIEIRA, R.F. *et. al.* Estratégias para conservação e manejo de recursos genéticos de plantas medicinais e aromáticas. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama)/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), 2002. 184p.

VITTI, A.M.S.; BRITO, J.O. Produção de óleo essencial de eucalipto. Notícias, v.23, n.146, 1999.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo revelou que *Baccharis reticularia*, possui alto potencial de produção de óleo essencial comparando-se com outras espécies do mesmo gênero. Somado a isso, o aroma agradável da planta sugere que o óleo essencial de *B. reticularia* possui potencial a ser investigado para usos com fins de perfumaria.

Alguns compostos se destacam pelas razoáveis concentrações obtidas, como espatulenol e beta-felandreno, e também pela presença inovadora no óleo essencial desse gênero, como o kessano, podendo seu real potencial de uso ser averiguado pelas diversas áreas de pesquisa (química, farmácia, agronomia).

Estudos físico-químicos detalhados dos solos em que as populações de *B. reticularia* se estabelecem podem contribuir para um maior entendimento da dinâmica de produção de seu óleo essencial em diferentes ambientes.

Para estudos de *B. reticularia* em ambientes naturais, recomenda-se a pesquisa com uso de marcadores moleculares a fim de distinguir fatores de influência genéticos dos biótico/abióticos.

A realização de experimentos com métodos de propagação de *B. reticularia* é incentivada para uma posterior domesticação da espécie. Dessa forma, será permitido realizar experimentações em ambientes controlados para que determinados fatores de influencia possam ser isolados estabelecendo assim, conclusões mais definitivas a respeito das variações obtidas no presente trabalho.

Para ampliar o conhecimento sobre a dinâmica dos óleos essenciais de *B. reticularia* é interessante realizar análises sobre a influência dos horários de colheita desta espécie sobre o óleo essencial, assim como diferentes métodos de extração, comparando-se, por exemplo, os métodos de hidrodestilação e de arraste à vapor. Pode-se ainda realizar pesquisas sobre a influência do tempo de destilação da planta avaliando a quantidade e a qualidade final do óleo essencial.