

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**CARACTERIZAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS
ESSENCIAIS DE *Lychnophora pinaster* Mart. EM FUNÇÃO DA
SAZONALIDADE**

PAULO SÉRGIO SIBERTI DA SILVA

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU - SP

Fevereiro - 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**CARACTERIZAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS
ESSENCIAIS DE *Lychnophora pinaster* Mart. EM FUNÇÃO DA
SAZONALIDADE**

PAULO SÉRGIO SIBERTI DA SILVA

Orientador: Profa. Dra. Marcia Ortiz Mayo Marques

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU - SP

Fevereiro - 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA
INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO -
BOTUCATU (SP)

Silva, Paulo Sérgio Siberti da, 1988-
D586c Caracterização da composição química dos óleos essen-
ciais de *Lychnophora pinaster* Mart. em função da sazona-
lidade / Paulo Sérgio Siberti da Silva. - Botucatu:[s.n.], 2013
xiii, 167 f.: il. color, grafs., tabs.
Dissertação(Mestrado)- Universidade Estadual Paulista.
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013
Orientador: Marcia Ortiz Mayo Marques
Inclui bibliografia
1. *Lychnophora pinaster* - variações sazonais. 2. Óleos essências
- Análise. 3. Plantas medicinais. I. Marques, Marcia Ortiz Mayo.
II. Universidade Estadual Paulista."Júlio de Mesquita
Filho"(Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III.
Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

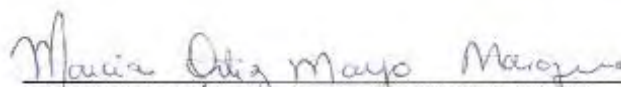
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “CARACTERIZAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS
ESSENCIAIS DE *Lychnophora pinaster* Mart. EM FUNÇÃO DA
SAZONALIDADE”

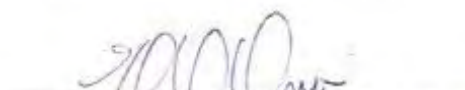
ALUNO: PAULO SÉRGIO SIBERTI DA SILVA

ORIENTADORA: PROFª DRª MÁRCIA ORTIZ MAYO MARQUES

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROFª DRª MÁRCIA ORTIZ MAYO MARQUES



PROFª DRª ELIZABETH ORIKA ONO



PROF. DR. PAULO ROBERTO HRIHOROWITSCH MORENO

Data da Realização: 25 de fevereiro de 2013.

AGRADEÇO

À FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio mediante a concessão da bolsa (processo nº 2011/16941-3), do qual esta dissertação é derivada. À Dra. Márcia Ortiz Mayo Marques pela compreensão, conselhos, amizade, orientação e apoio. Ao gentil Dr. Luiz Fernando Rolim de Almeida pela ajuda nas análises estatísticas e apoio. Aos proprietários das áreas de coleta, Sr. Gaudêncio, Sr. José Ronaldo e Sr. Kléber que nobremente cederam os locais para o estudo. A todos os colegas de laboratório (Roselaine, Maria, Mônica, Dani, Daniel, Cris e Bia) que em vários momentos estiveram presentes no decorrer do experimento. Ao amigável Nelson pelo apoio nas expedições de coleta de material vegetal e conselhos, aos meus colegas de turma Jairo e Roberto que, de certa forma, sempre me deram força nesta curta e intensa caminhada.

Agradeço em particular à Deus e aos meus pais, Paulo César da Silva e Guiomar Siberti da Silva e à minha esposa Claudionete Soares de Borba pelo apoio incondicional.

Obrigado a todos!

DEDICO E OFEREÇO

*Aos meus pais, Paulo Cézar da Silva e Guiomar Siberti da Silva, esposa,
Claudionete Soares de Borba e filha, Anna Julia Siberti Soares da Silva.*

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	X
1. RESUMO.....	14
2. SUMMARY.....	16
3. INTRODUÇÃO.....	18
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	22
4.1. O domínio fitogeográfico do Cerrado e os campos rupestres.....	22
4.2. Família Asteraceae e o gênero <i>Lychnophora</i>	26
4.2.1. Número de cromossomos e perfil químico do gênero <i>Lychnophora</i>	29
4.2.2. Atividade biológica.....	30
4.2.3. A espécie <i>Lychnophora pinaster</i>	31
4.2.4. Os óleos essenciais.....	35
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	40
5.1. Coleta do material vegetal.....	40
5.1.1. Locais de coleta.....	40
5.1.2. Populações de <i>Lychnophora pinaster</i>	41
5.1.3. Amostragem e beneficiamento do material vegetal.....	43
5.2. Análise de solo dos locais de coleta.....	43
5.3. Extração e análise da composição química dos óleos essenciais.....	44
5.4. Análises estatísticas.....	45
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
6.1. Rendimento dos óleos essenciais das populações de <i>Lychnophora pinaster</i> em função da sazonalidade.....	46
6.1.1. População Serra Branca, Carrancas - MG.....	46
6.1.2. População Serra do Salto, Carrancas - MG.....	49
6.1.3. População Serra da Arnica, Ingaí - MG.....	52
6.2. Rendimento médio dos óleos essenciais entre as populações de <i>Lychnophora pinaster</i>	55
6.3. Caracterização química dos óleos essenciais das populações de <i>Lychnophora pinaster</i> amostradas.....	56
6.3.1. Análise comparativa da composição química média dos óleos essenciais das populações de <i>Lychnophora pinaster</i> em função da sazonalidade.....	60
6.4. Composição química dos óleos essenciais dos acessos das populações de <i>Lychnophora pinaster</i> em função da sazonalidade.....	65
6.5. Análise de componentes principais (ACP) aplicada as quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial da população Serra Branca em função da sazonalidade.....	121
6.5.1. Estação: verão.....	122
6.5.2. Estação: outono.....	123
6.5.3. Estação: inverno.....	125
6.5.4. Estação: primavera.....	127
6.6. Análise de componentes principais (ACP) aplicada as quatro substâncias	

com maior proporção relativa média no óleo essencial da população Serra do Salto em função da sazonalidade.....	132
6.6.1. Estação: verão.....	132
6.6.2. Estação: outono.....	134
6.6.3. Estação: inverno.....	137
6.6.4. Estação: primavera.....	138
6.7. Análise de componentes principais (ACP) aplicada as quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial da população Serra da Arnica em função da sazonalidade.....	143
6.7.1. Estação: verão.....	143
6.7.2. Estação: outono.....	145
6.7.3. Estação: inverno.....	148
6.7.4. Estação: primavera.....	150
7. CONCLUSÕES.....	155
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	157

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Comparação do rendimento médio (%) dos óleos essenciais entre populações Serra Branca (Pop1), Serra do Salto (Pop 2) e Serra da Arnica (Pop3).....	55
Tabela 2. Análise química dos solos coletados em Carrancas, populações Serra Branca (Pop 1) e Serra do Salto (Pop 2), e em Ingaí, população Serra da Arnica (Pop 3), Estado de Minas Gerais, Brasil, 2012.....	59
Tabela 3. Composição química média (%) dos óleos essenciais de folhas das populações Serra Branca (Pop 1) e Serra do Salto (Pop 2) de Carrancas - MG e Serra da Arnica (Pop 3) de Ingaí – MG, em função da sazonalidade.....	61
Tabela 4. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra Branca (Pop 1), verão de 2012, Carrancas, Minas Gerais, Brasil.....	66
Tabela 5. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra Branca (Pop 1), outono de 2012, Carrancas, Minas Gerais, Brasil.....	70
Tabela 6. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra Branca (Pop 1), inverno de 2012, Carrancas, Minas Gerais, Brasil.....	75
Tabela 7. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra Branca (Pop 1), primavera de 2012, Carrancas, Minas Gerais, Brasil.....	79
Tabela 8. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra do Salto (Pop 2), verão de 2012, Carrancas, Minas Gerais, Brasil.....	82
Tabela 9. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra do Salto (Pop 2), outono de 2012, Carrancas, Minas Gerais, Brasil.....	86
Tabela 10. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra do Salto (Pop 2), inverno de 2012, Carrancas, Minas Gerais, Brasil.....	91
Tabela 11. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra do Salto (Pop 2), primavera de 2012, Carrancas, Minas Gerais, Brasil.....	96
Tabela 12. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra da Arnica (Pop 3), verão de 2012, Ingaí, Minas Gerais, Brasil.....	100
Tabela 13. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra da Arnica (Pop 3), outono de 2012, Ingaí,	

Minas Gerais, Brasil.....	105
Tabela 14. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra da Arnica (Pop 3), inverno de 2012, Ingaí, Minas Gerais, Brasil.....	109
Tabela 15. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra da Arnica (Pop 3), primavera de 2012, Ingaí, Minas Gerais, Brasil.....	113
Tabela 16. Composição química média (%) do óleo essencial da população de <i>Lychnophora pinaster</i> Serra Branca, Carrancas – MG, Brasil, em função da sazonalidade.....	118
Tabela 17. Composição química média (%) do óleo essencial da população de <i>Lychnophora pinaster</i> Serra do Salto, Carrancas – MG, Brasil, em função da sazonalidade.....	119
Tabela 18. Composição química média (%) do óleo essencial da população de <i>Lychnophora pinaster</i> Serra da Arnica, Ingaí – MG, Brasil, em função da sazonalidade.....	120
Tabela 19. Acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> da população Serra Branca que se correlacionaram ao longo das estações do ano com o acúmulo das quatro substâncias com maior proporção relativa (PR) identificadas nos óleos essenciais pela Análise de Componentes Principais (ACP), significância pelo teste de Tukey, e rendimento de óleo essencial (Rd).....	131
Tabela 20. Acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> da população Serra do Salto que se correlacionaram ao longo das estações do ano com o acúmulo das quatro substâncias com maior proporção relativa (PR) identificadas nos óleos essenciais pela Análise de Componentes Principais (ACP), significância pelo teste de Tukey, e rendimento de óleo essencial (Rd).....	142
Tabela 21. Acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> da população Serra da Arnica que se correlacionaram ao longo das estações do ano com o acúmulo das quatro substâncias com maior proporção relativa (PR) identificadas nos óleos essenciais pela Análise de Componentes Principais (ACP), significância pelo teste de Tukey, e rendimento de óleo essencial (Rd).....	153

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Planta de <i>Lychnophora pinaster</i> : aspecto das folhas e ramos. Fotos: Paulo Sérgio Siberti da Silva (2012).....	32
Figura 2. Planta de <i>Lychnophora pinaster</i> crescendo em blocos de rochas.....	33
Figura 3. (A) Serra do Salto: Local onde está situada uma população de <i>Lychnophora pinaster</i> utilizada no atual trabalho; (B) plantas de <i>Lychnophora pinaster</i> da referida população.....	34
Figura 4. <i>Lychnophora pinaster</i> Mart.: planta com flor e capítulos, em estágio de dispersão (A); capítulos com aquênios sem o papus interno (B); aquênios sem papus interno (C).....	35
Figura 5. Localização geográfica das populações naturais de <i>Lychnophora pinaster</i> Mart. amostradas no atual trabalho. Populações Serra Branca (1) e Serra do Salto (2), provenientes do município de Carrancas – MG. População Serra da Arnica (3) proveniente do município de Ingaí – MG.....	42
Figura 6. Rendimento dos óleos essenciais (%) das folhas dos acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra Branca, Carrancas – MG, Brasil, 2012 em função da sazonalidade.....	47
Figura 7. Rendimento médio dos óleos essenciais (%) de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra Branca, Carrancas – MG, Brasil, 2012, em função da sazonalidade.....	48
Figura 8. Rendimento dos óleos essenciais (%) dos acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra do Salto, Carrancas-MG, Brasil, 2012, em função da sazonalidade.....	50
Figura 9. Rendimento médio dos óleos essenciais (%) de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra do Salto, Carrancas – MG, Brasil, 2012, em função da sazonalidade.....	51
Figura 10. Rendimento médio dos óleos essenciais (%) de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra da Arnica, Ingaí – MG, Brasil, 2012, em função da sazonalidade.....	52
Figura 11. Rendimento dos óleos essenciais (%) dos acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra da Arnica, Ingaí-MG, Brasil, 2012 em função da sazonalidade.....	54
Figura 12. Estrutura química das substâncias identificadas nos óleos essenciais dos 75 acessos de <i>Lychnophora pinaster</i>	57
Figura 13. Dendograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica (CAH) para as populações Serra Branca e Serra do Salto, Carrancas – MG, e Serra da Arnica, Ingaí – MG, levando em conta a proporção relativa média das	

substâncias identificadas nos óleos essenciais em função da sazonalidade.....	58
Figura 14. Dendograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica (CAH) para as populações de <i>Lychnophora pinaster</i> (Serra Branca, Serra do Salto e Serra da Arnica), Estado de Minas Gerais, levando em conta as características químicas dos solos.....	59
Figura 15. Padrão de divergência química dos óleos essenciais das populações de <i>Lychnophora pinaster</i> . População Serra Branca (Pop 1) e Serra do Salto (Pop 2), de Carrancas – MG. População Serra da Arnica (Pop 3), de Ingaí – MG, amostradas no verão (V), no outono (O), no inverno (I) e na primavera (V), 2012.....	62
Figura 16. Padrão de divergência química entre os acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra Branca no verão de 2012, Carrancas – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.....	122
Figura 17. Dendograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de <i>Lychnophora pinaster</i> Serra Branca no verão de 2012, levando em conta a proporção relativa média do <i>trans</i> -cinamato de metila, <i>trans</i> -cariofileno, <i>alfa</i> -humuleno e óxido de cariofileno.....	123
Figura 18. Padrão de divergência química entre os acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra Branca no outono de 2012, Carrancas – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.....	124
Figura 19. Dendograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de <i>Lychnophora pinaster</i> Serra Branca no outono de 2012 levando em conta a proporção relativa média do <i>trans</i> -cinamato de metila, <i>trans</i> -cariofileno, <i>alfa</i> -humuleno e óxido de cariofileno.....	125
Figura 20. Padrão de divergência química entre os acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra Branca no inverno de 2012, Carrancas – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.....	126
Figura 21. Dendograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de <i>Lychnophora pinaster</i> Serra Branca no inverno de 2012, levando em conta a proporção relativa média do <i>trans</i> -cinamato de metila, <i>trans</i> -cariofileno, <i>alfa</i> -humuleno e óxido de cariofileno.....	127
Figura 22. Padrão de divergência química entre os acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra Branca na primavera de 2012, Carrancas – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.....	128
Figura 23. Dendograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de <i>Lychnophora pinaster</i> Serra Branca na primavera de 2012, levando em conta a proporção relativa média do <i>trans</i> -cinamato de metila, <i>trans</i> -	

cariofileno, <i>alfa</i> -humuleno e óxido de cariofileno.....	129
Figura 24. Padrão de divergência química entre os acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra do Salto no verão de 2012, Carrancas – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.....	133
Figura 25. Dendograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de <i>Lychnophora pinaster</i> Serra do Salto no verão de 2012, levando em conta a proporção relativa média do <i>trans</i> -cinamato de metila, <i>trans</i> -cariofileno, <i>alfa</i> -humuleno e óxido de cariofileno.....	134
Figura 26. Padrão de divergência química entre os acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra do Salto no outono de 2012, Carrancas – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.....	135
Figura 27. Dendograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de <i>Lychnophora pinaster</i> Serra do Salto no outono de 2012, levando em conta a proporção relativa média do <i>trans</i> -cinamato de metila, <i>trans</i> -cariofileno, <i>alfa</i> -humuleno e óxido de cariofileno.....	136
Figura 28. Padrão de divergência química entre os acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra do Salto no inverno de 2012, Carrancas – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.....	137
Figura 29. Dendograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de <i>Lychnophora pinaster</i> Serra do Salto no inverno de 2012, levando em conta a proporção relativa média do <i>trans</i> -cinamato de metila, <i>trans</i> -cariofileno, <i>alfa</i> -humuleno e óxido de cariofileno.....	138
Figura 30. Padrão de divergência química entre os acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra do Salto na primavera de 2012, Carrancas – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.....	139
Figura 31. Dendograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de <i>Lychnophora pinaster</i> Serra do Salto na primavera de 2012, levando em conta a proporção relativa média do <i>trans</i> -cinamato de metila, <i>trans</i> -cariofileno, <i>alfa</i> -humuleno e óxido de cariofileno.....	140
Figura 32. Padrão de divergência química entre os acessos de <i>Lychnophora pinaster</i> , população Serra da Arnica no verão de 2012, Ingaí – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.....	144
Figura 33. Dendograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de <i>Lychnophora pinaster</i> Serra da Arnica no verão de 2012, levando em conta a proporção relativa média do <i>trans</i> -cinamato de metila, <i>trans</i> -cariofileno, <i>alfa</i> -humuleno e óxido de cariofileno.....	145

- Figura 34.** Padrão de divergência química entre os acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra da Arnica no outono de 2012, Ingaí – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial..... 146
- Figura 35.** Dendograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de *Lychnophora pinaster* Serra da Arnica no outono de 2012, levando em conta a proporção relativa média do *trans*-cinamato de metila, *trans*-cariofileno, *alfa*-humuleno e óxido de cariofileno..... 147
- Figura 36.** Padrão de divergência química entre os acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra da Arnica no inverno de 2012, Ingaí – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial..... 148
- Figura 37.** Dendograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de *Lychnophora pinaster* Serra da Arnica no inverno de 2012, levando em conta a proporção relativa média do *trans*-cinamato de metila, *trans*-cariofileno, *alfa*-humuleno e do óxido de cariofileno..... 149
- Figura 38.** Padrão de divergência química entre os acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra da Arnica na primavera de 2012, Ingaí – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial..... 150
- Figura 39.** Dendograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de *Lychnophora pinaster* Serra da Arnica na primavera de 2012, levando em conta a proporção relativa média do *trans*-cinamato de metila, *trans*-cariofileno, *alfa*-humuleno e óxido de cariofileno..... 151

1. RESUMO

Avaliou-se a influência da sazonalidade no rendimento e composição química dos óleos essenciais de *Lychnophora pinaster*. O material vegetal foi coletado em Carrancas e Ingaí, Minas Gerais, no verão, outono, inverno e primavera de 2012. Foram utilizadas três populações nativas, denominadas Serra Branca, Serra do Salto (provenientes de Carrancas) e Serra da Arnica (Ingaí). Foram amostrados 25 acessos por população e os óleos essenciais das folhas extraídos por hidrodestilação e a análise da composição química conduzida em CG-EM. A sazonalidade não exerceu influência no rendimento médio de óleo essencial das populações Serra Branca e Serra do Salto e destas, Serra do Salto apresentou em todas as estações do ano maior rendimento médio (0,43% a 0,61%). Para Serra da Arnica observou-se estatisticamente influência da sazonalidade no rendimento médio de óleo essencial no inverno (0,79%). Os óleos essenciais das três populações apresentaram as mesmas substâncias, cujas majoritárias foram o *trans*-cinamato de metila e o *trans*-cariofileno. Serra Branca apresentou em todas as estações a maior proporção relativa média de *trans*-cariofileno (16,01% a 23,1%), *alfa*-humuleno (4,64% a 6,7%), óxido de cariofileno (4,79% a 5,76%) e cedr-8-(15)-en-9-*alfa*-ol (1,98% a 2,73%). Nesta população, os acessos que mais se correlacionaram com o acúmulo das substâncias com maior proporção relativa média, nas quatro estações foram: Pop 101, Pop 103 e Pop 125 (óxido de cariofileno), Pop 113 e Pop 123 (*trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno) e Pop 112 e Pop 119 (*trans*-cinamato de metila). Serra do Salto apresentou a maior proporção relativa média de *alfa*-pino (0,81% a 2,03%) e *beta*

pineno (1,44% a 2,85%) em todas as estações e nesta, os acessos que mais se correlacionaram com o acúmulo das substâncias com maior proporção relativa média ao longo das estações foram: Pop 222 (óxido de cariofileno), Pop 221 (*trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno) e Pop 206 e Pop 213 (*trans*-cinamato de metila). Serra da Arnica apresentou em todas as estações a maior proporção relativa média de *trans*-cinamato de metila (72,85% a 80,18%) e os acessos que mais se correlacionaram ao longo das estações com o acúmulo das substâncias com maior proporção relativa média foram: Pop 316, Pop 318 e Pop 320 (óxido de cariofileno), Pop 305 e Pop 310 (*trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno) e Pop 301 (*trans*-cinamato de metila). Constatou-se, portanto, um comportamento fenotípico diferencial dos acessos das três populações estudadas e que a sazonalidade exerceu influência na composição química dos óleos essenciais.

Palavras-chave: arnica-mineira, cromatografia gasosa, fenilpropanóides, sesquiterpenos.

CHARACTERIZATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF ESSENTIAL OILS

OF *Lychnophora pinaster* Mart. ACCORDING TO THE SEASONALITY. Botucatu, 2007. 167p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: PAULO SÉRGIO SIBERTI DA SILVA

Adviser: MÁRCIA ORTIZ MAYO MARQUES

2. SUMMARY

The influences of seasonality on the yield and the chemical composition of the essential oils from *Lychnophora pinaster* were evaluated. The plant material was collected in the regions of Carrancas and Ingaí, State of Minas Gerais, Brazil, during the whole year of 2012. Three native populations were sampled: Serra Branca, Serra do Salto (Carrancas), and Serra da Arnica (Ingaí) – a total sample of 75 plants (25 for each population). The essential oils were extracted by hydro-distillation and the analyses of chemical composition were made by GC-MS. The seasonality did not present a significant effect on the average essential oil yield of the Carrancas populations – Serra do Salto showed the highest values on essential oil production (0.43% to 0.61%). For the population of Serra da Arnica, the seasonality presented significant influence on essential oil yield and the winter sample showed the highest values in this population (0.79%). Chemically all populations presented the same composition and the main substances were *trans*-methyl cinnamate and *trans*-caryophyllene. The Serra Branca population presented the highest relative proportion of *trans*-caryophyllene (16.01% to 23.1%), *alpha*-humulene (4.64% to 6.7%), caryophyllene oxide (4.79% to 5.76%) and cedr-8-(15)-en-9-*alpha*-ol (1.98% to 2.73%). In this population the plants with highest correlation with the accumulation of main substances during the whole year were Pop-101, Pop-103 and Pop-125 (caryophyllene oxide), Pop-113 and Pop-123 (*trans*-caryophyllene and *alpha*-humulene) and Pop-112 and Pop-119 (*trans*-methyl

cinnamate). The population of Serra do Salto presented the highest relative proportion of *alpha*-pinene and *beta*-pinene (1.44% to 2.85%) in all seasons. In this population the plants with highest correlation with the accumulation of main substances during the whole year were Pop-222 (caryophyllene oxide), Pop-221 (*trans*-caryophyllene and *alpha*-humulene), Pop-206 and Pop-213 (*trans*-methyl cinnamate). The population of Serra da Arnica showed in all seasons the highest relative proportion of *trans*-methyl cinnamate (72.85% to 80.18%). In this population the plants with highest correlation between relative accumulation of main substances during the whole year were Pop-316, Pop-318 and Pop-320 (caryophyllene oxide), Pop-305 and Pop-310 (*trans*-caryophyllene and *alpha*-humulene) and Pop-301 (*trans*-methyl cinnamate). Therefore, it was observed a differential phenotypic behavior of the plants from the three populations studied and that the seasonality affected the chemical composition of the essential oils.

Key words: arnica-mineira, gas chromatography, phenylpropanoids, sesquiterpenes.

3. INTRODUÇÃO

De acordo com o *Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC R4, 2007) haverá um aumento entre 1,5°C e 5,5°C da temperatura da superfície terrestre até o ano de 2100, porém, estes valores podem ser maiores dependendo da quantidade de gases emitidos devido ao intenso consumo de combustíveis fósseis, podendo atingir 6,4°C. Levando em conta estes dados, Dias et al. (2008) prevêem para os ecossistemas consequências drásticas como, por exemplo, diminuição da biodiversidade, alterações nos ecossistemas e extinção de espécies vegetais, tanto de interesse agrícola como medicinal.

Para Taiz e Zeiger (2009), os fatores climáticos são um dos principais determinantes da distribuição vegetal e formação de suas comunidades, podendo em algumas situações interferir no metabolismo e processos bioquímicos, afetando a síntese de compostos importantes, como os flavonóides e os terpenos (SCHUH et al., 1997; SHAO et al., 2001).

Além de alterações na composição química e na riqueza das espécies, pode ocorrer também a fragmentação de *habitat*, que pode levar à erosão da variabilidade genética e aumento de diferenciação genética entre as populações através da deriva genética e redução do fluxo gênico, que pode ser influenciado por alterações da abundância de vetores de pólen e de sementes (YOUNG et al., 1996; BACLES et al., 2004; SORK e SMOUSE, 2006).

Em longo prazo, tais consequências podem resultar em redução do valor adaptativo e levar as espécies à extinção (ZHAO et al., 2006).

Levando em conta os agravantes ambientais da atualidade, vários pesquisadores explanam que ecossistemas brasileiros encontram-se ou estarão potencialmente ameaçados por fatores climáticos, entre eles o complexo de biomas Cerrado. Em decorrência da atual velocidade de devastação e pelo seu elevado grau de endemismo florístico (44% das espécies de plantas vasculares), o Cerrado é considerado, desde o ano de 2000, como uma das 25 áreas críticas para a conservação mundial (MYERS et al., 2000). Predominante no Estado de Minas Gerais e portador de alta diversidade e espécies medicinais conhecidas e de uso medicinal popular, cotidianamente está sujeito a ocupação extensiva pela agropecuária associado à coleta extrativista de sua flora silvestre.

Um exemplo de espécie vulnerável a extinção encontrada nos campos rupestres (acima de 900 m) do Cerrado é *Lychnophora pinaster* Mart. (COPAM, 1997). De um endemismo pronunciado e restrita ao Estado de Minas Gerais, a espécie é vulgarmente conhecida como arnica-mineira ou arnica-da-serra. Portadora de grande importância regional e de elevado potencial fitoterápico e aromático, na medicina tradicional, suas folhas e flores aromáticas são intensamente utilizadas na forma de extrato alcoólico ou pomada por apresentarem atividades anti-inflamatória, analgésica e cicatrizante, sendo aplicada em ferimentos, contusões ou hematomas e ainda em picadas de insetos, além de ser utilizada como cosmético, na forma de sabonete (ALMEIDA et al., 1998; SCHEFFER et al., 1998; RODRIGUES e CARVALHO, 2001b). Como a maioria das plantas nativas e de interesse medicinal da flora do Brasil, *L. pinaster* não é cultivada, sendo obtida somente por extrativismo.

L. pinaster também é produtora de óleos essenciais. Das substâncias voláteis da planta pode se extrair, entre outros princípios ativos, os sesquiterpenos *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno e como aromatizante o fenilpropanóide *trans*-cinamato de metila, este último, utilizado para a fabricação artesanal de cosméticos e sabonetes.

O *trans*-cariofileno contém atividades antiespasmódica no músculo liso traqueal, antimicrobiana, antinociceptiva e antiedematogênica, além de ser um dos princípios ativos, em conjunto com o *alfa*-humuleno, do medicamento Acheflan, produzido a

partir do óleo essencial de *Cordia verbenacea* DC., exercendo ambos, atividade anti-inflamatória (CELEDONIO, 2008; SILVA et al., 2010; ALMEIDA et al., 2011).

Outras substâncias que apresentam atividades biológicas comprovadas e que são encontradas em baixas proporções relativas no óleo essencial de *L. pinaster* são os monoterpenos *beta* e *alfa*-pineno. Estudos realizados por Leite et al. (2007) constataram que estas substâncias exerceram potencial antimicrobiano intenso sobre bactérias gram-positivas, inibindo significativamente seu crescimento e viabilidade.

A composição química dos óleos essenciais é geralmente característica de uma dada espécie e, sob o ponto de vista de composição química, são constituídos por misturas complexas de diferentes classes de substâncias do metabolismo secundário das plantas. Apesar da biossíntese de metabólitos secundários ser controlada geneticamente e epigeneticamente (TRAPP e CROTEAU, 2001), os componentes ambientais influenciam na quantidade, qualidade e concentração destes. Dentre estes fatores ambientais podem se destacar a luz (intensidade e fotoperíodo), a latitude, a temperatura (mínima, máxima e média), o solo (propriedades químicas e físicas), os ventos e a disponibilidade de água, ou mesmo combinações entre alguns destes subfatores, e a sazonalidade. A ocorrência de quimiotipos em várias espécies de plantas sugere que as mesmas tenham se adaptado a condições ecológicas ou de domesticação distintas.

Pesquisas recentes indicam grande variação na produção de óleos essenciais em plantas medicinais, de acordo com suas relações ecológicas e com a sazonalidade.

Estudando a composição química e rendimento de óleos essenciais de *L. pinaster* em campo experimental durante as estações do ano de 2004 foi constatado por Reis et al. (2010) uma forte influência da sazonalidade no rendimento, 0,29 (verão) a 0,57% (outono-inverno). Durante todas as estações, a substância mais abundante foi o *trans*-cinamato de metila, que teve sua proporção variando de 86,3-93,0%, com um aumento de concentração no período de março a dezembro, coincidindo com a fenofase vegetativa da espécie.

Motivados pela importância medicinal, associado ao risco futuro de extinção e escassez de estudos sobre a diversidade genética e química de *L. pinaster*, principalmente em relação à caracterização química de suas substâncias voláteis, a equipe de pesquisadores do Instituto Agrônomo de Campinas-IAC vem desenvolvendo estudos de

caracterização da variabilidade genética e química dos óleos essenciais das folhas de populações nativas da espécie, a fim de contribuir para programas de conservação, uso sustentável e estudos futuros de melhoramento genético vegetal da espécie.

Os estudos realizados até o momento com acessos de três populações nativas da espécie coletados em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais (Lavras e Carrancas) demonstraram divergências na variabilidade genética e química. Em estudos realizados por Haber (2008), os acessos coletados em Lavras foram divididos em dois grupos, um contendo como substância majoritária o *trans*-cinamato de metila e o segundo grupo, o sesquiterpeno cedr-8(15)-en-9-*alfa*-ol.

Até o momento, não existem na literatura correlata estudos que avaliem a variabilidade química dos óleos essenciais de *L. pinaster* em seu *habitat* natural, em função da sazonalidade (estações do ano). Estas informações são de grande importância para o uso seguro da espécie com propósitos medicinais, uma vez que os princípios ativos podem ser alterados, comprometendo a sua eficácia. Outro ponto a ser considerado é que as estimativas das mudanças climáticas apontam para o aumento da temperatura global nos próximos anos, e como mencionado anteriormente, isto pode interferir no *habitat* natural de ocorrência dessa espécie, alterando seu metabolismo e, assim, acelerar seu processo de extinção ou levar à perda de substâncias ou princípios ativos de grande importância para as indústrias alimentícia e farmacêutica, sem que as mesmas tenham sido identificadas e inviabilizando, inclusive, a possibilidade de síntese dos compostos bioativos para futuras aplicações.

O avanço dos estudos das populações naturais permitira, ainda, traçar o perfil da variabilidade química dos óleos essenciais da espécie, cujos resultados poderão dar subsídios para a seleção de genótipos superiores em futuro melhoramento genético da espécie e contribuir para a identificação botânica das espécies do gênero *Lychnophora* Mart., uma vez que as espécies *Lychnophora ericoides* Mart e *L. pinaster* possuem grande similaridade morfológica (SEMIR, 1991).

Assim, em função do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência da sazonalidade no rendimento e na composição química dos óleos essenciais das folhas de populações nativas de *L. pinaster*, a fim de fornecer subsídios para programas de conservação da espécie, uso sustentável e estudos futuros de melhoramento genético do vegetal.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. O Domínio Fitogeográfico do Cerrado e os Campos Rupestres

Em anos anteriores ao de 2004 a situação do Cerrado já era considerada crítica e preocupante devido à derrubada de, anualmente, 2,2 milhões de hectares de área nativa, fato que levou a estimar de que, caso estes valores se mantenham, até 2030, ocorrerá o desaparecimento total deste complexo de biomas, mesmo com esforços por parte do Ministério do Meio Ambiente para identificação de áreas prioritárias para sua conservação (MACHADO et al., 2004).

Caracterizado como um domínio fitogeográfico rico em biodiversidade animal e vegetal com ocorrência no Brasil e em partes da Bolívia e do Paraguai, o Cerrado está constantemente ameaçado pelo aumento das monoculturas, carvoarias, pecuária, marcenarias e queimadas, sendo, esta última, influenciada tanto por altas temperaturas como por fatores antrópicos (HABER, 2008).

Mesmo em suas formações vegetacionais perturbadas, sem atividades conservacionistas do solo ou de biodiversidade, o seu complexo de biomas contém alta diversidade de plantas, onde áreas campestres, capões de mata, florestas e áreas brejosas podem existir na mesma região, concentrando o equivalente a um terço da biodiversidade

nacional e 5% da fauna e flora mundiais, estimando haver em suas regiões cerca de 4000 a 7000 espécies (RODRIGUES e CARVALHO, 2001b; MACHADO et al., 2004).

O Cerrado ocupa um quarto do território nacional, o equivalente a pouco mais de 200 milhões de hectares, dos quais 155 milhões estão no planalto central e abrangem o estado de Minas Gerais, representando cerca de 53% da área total do Estado, cuja localização em sua maior parte está a oeste e partes disjuntas a sudoeste e sul (MAROUELLI, 2003; HABER, 2008).

Algumas de suas regiões formam grandes blocos de vegetação nativa, como é o caso das regiões centrais e a oeste do estado de Minas Gerais (na área da Serra da Canastra), do oeste da Bahia, norte de Goiás, sul do Maranhão, Piauí e da região da Ilha do Bananal em Tocantins (MACHADO et al., 2004). Já em outras regiões, ocorre ocupação humana discreta ou a cobertura vegetal é muito esparsa, como no leste do Mato Grosso do Sul e no Triângulo Mineiro (MACHADO et al., 2004).

Calcula-se que 40% das espécies lenhosas do Cerrado são endêmicas e só ocorrem no Brasil, que o torna, ao lado da Mata Atlântica, um dos *hotspots* mundiais, ou seja, um dos ambientes mais ricos e ameaçados do planeta, devido a alta susceptibilidade à pressão antrópica, pois, lamentavelmente, seus recursos são vistos como fontes de oportunidades econômicas imediatas (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2002).

Outro fato que influencia na destruição de sua flora se dá pela descoberta de novos e importantes princípios bioativos, que acaba expondo-o, cotidianamente, ao extrativismo por parte de muitos setores da indústria (MELO, 2006). Algumas de suas áreas classificadas como de conservação prioritária são: mata seca calcária, na região norte do Distrito Federal; o cerradão na região de Paracatu em Minas Gerais; o cerrado rupestre, representado pela Chapada Diamantina na Bahia; Sítio de Santa Filina, localizado na região de abrigos rupestres na Baixada Cuiabana e Serra da Petrovina em Mato Grosso; Chapada dos Veadeiros e adjacências em Goiás; o cerrado típico, ralo e rupestre, representados por Formosa do Rio Preto em Barreiras, cerrados ao sul de Barreiras, cerrados ao norte de Bom Jesus da Lapa em São Desidério e Roda Velha na Bahia e Posse, em Goiás (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2002).

As pesquisas com a fauna e flora do Cerrado começaram desde a década de 1980, mas ainda pouco se sabe sobre a distribuição de suas espécies, existentes

numa gama de ecossistemas dotados de várias fisionomias, sendo a mais comum, uma formação aberta de árvores e arbustos baixos, que coexistem com uma camada graminiosa rasteira, dotada de uma biota com grau de endemismo significativo, onde a maioria dos seus indivíduos ocorrem num único lugar (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2002).

Com o clima predominantemente tropical - quente - subúmido, com forte estacionalidade das chuvas e ausência de estacionalidade da temperatura média diária, nas regiões mais altas do Cerrado, como os planaltos de Minas Gerais, ocorrem sensíveis quedas de temperatura e geadas, com o clima destas áreas caracterizado como tropical de altitude, como é o caso de Alto Rio Grande, uma microrregião localizada ao sul do Estado, composta de 26 municípios, dentre eles Carrancas (702 km²) e Ingaí (305 km²) (MAROUELLI, 2003; HABER, 2008).

Alto Rio Grande é uma microrregião caracterizada por apresentar superfícies planas e onduladas, sobressaindo à elevação do complexo da Serra da Bocaina, com altitudes de aproximadamente 1200 m e extensão territorial de 90 km², recebendo, localmente, diferentes denominações, como Serrinha, Serra do Carrapato, Serra do Campestre e Serra das Carrancas, com temperaturas médias variando de 19°C a 21°C e média anual de precipitação entre 1200 a 1500 mm de chuva (RODRIGUES e CARVALHO, 2001a; HABER, 2008).

Alto Rio Grande é constituída por uma vegetação diversificada, com formações florestais (Floresta Hidrófila Pluvial, Floresta Tropical Latifoliada Baixo Montana e Floresta Esclerófito) constituídas por prolongamentos da Floresta Atlântica através do Planalto Central, formações campestres (cerrado propriamente dito, campo sujo, campo limpo, campo rupestre e campo de várzea) e antrópicas (capoeirões, capoeiras e campos antrópicos), constituindo um mosaico vegetacional (HABER, 2008) e sua fisionomia predominante nas encostas com até 900 m de altitude é a dos campos cerrados, cedendo, a partir daí, lugar aos campos rupestres (RODRIGUES e CARVALHO, 2001a).

O campo rupestre é constituído por formações vegetacionais associadas a solos de origem predominantemente quartzíticos, entremeados por matas ciliares e com eventuais ilhas de capão, com presença disjunta nas regiões mais elevadas do Espinhaço, desde o norte da Chapada Diamantina (Bahia) até a Serra de Ouro Branco (Minas Gerais), pode ser encontrado também nas regiões mais ao sul das Serras de São João d'El Rey,

da Canastra e de Ibitipoca (Minas Gerais) e a oeste das Serras dos Cristais e dos Pirineus e na Chapada dos Veadeiros (Goiás) e ao norte nos Tepuis (norte da América do Sul) (RAPINI et al., 2008). Trata-se de um ecossistema que tem por característica um complexo de vegetação com paisagens em microrrelevos e de espécies típicas, cuja composição de flora varia em poucos metros de distância, ocupando frestas de afloramentos rochosos, com solos ácidos e deficientes em nutrientes e no geral, com pouca disponibilidade de água, pois existe escoamento rápido para os rios devido a pouca profundidade e capacidade reduzida de retenção do solo (RIBEIRO e WALTER, 2007; HABER, 2008).

Muitas espécies medicinais são conhecidas por moradores que habitam estas regiões, no entanto, muitas que são utilizadas para fins terapêuticos na medicina popular correm o risco de desaparecer ou sofrer drástica redução de suas populações devido à intensa atividade extrativista (NETO e MORAES, 2003). Entre as famílias e gêneros mais frequentes nesta região estão: Asteraceae (*Lychnophora* Mart., *Baccharis* L., *Calea* L., *Wunderlichia* Riedel ex Benth. e *Vernonia* Schreb.), Bromeliaceae (*Dyckia* Schult. f., *Tillandsia* L.), Cactaceae (*Melocactus* Boehm., *Pilosocereus* Byles & G.D. Rowley), Cyperaceae (*Bulbostylis* Kunth, *Rhynchospora* Vahl), Eriocaulaceae (*Eriocaulon* L., *Leiothrix* Ruhland, *Paepalanthus* Kunth., *Syngonanthus* Ruhland), Gentianaceae (*Curtia* Cham. & Schltdl., *Irlbachia* Mart.), Iridaceae (*Sisyrinchium* Mill., *Trimezia* Salisb. ex Herb.), Lamiaceae (*Eriope* Humb. & Bonpl. ex Benth., *Hyptis* Jacq.), Fabaceae (*Calliandra* Benth., *Chamaecrista* Moench, *Mimosa* L.), Lentibulariaceae (*Genlisea* A. St.-Hil., *Utricularia* L.), Lythraceae (*Cuphea* P. Browne, *Diplusodon* Pohl), Melastomataceae (*Cambessedesia* DC., *Miconia* Ruiz & Pav., *Microlicia* D. Don), Myrtaceae (*Myrcia* DC.), Orchidaceae (*Cleistes* Rich. ex Lindl., *Cyrtopodium* R. Br., *Epidendrum* L., *Habenaria* Willd., *Koellensteinia* Rchb. f., *Pelexia* Poit. ex Lindl.), Poaceae [*Aristida* L., *Axonopus* (Beauv.) Hook. f., *Panicum* L., *Mesosetum* Steud., *Paspalum* L., *Trachypogon* Nees], Rubiaceae (*Chiococca* P. Browne, *Declieuxia* Kunth), Velloziaceae (*Barbacenia* Vand., *Vellozia* Vand.), Vochysiaceae (*Qualea* Aubl.) e Xyridaceae (*Xyris* L.). (RIBEIRO e WALTER, 2007).

Desta forma, estratégias para a conservação das plantas do Cerrado servem como uma garantia de manutenção da variabilidade genética da flora existente e, também, de fontes de substâncias terapêuticas, que possibilitariam futuros trabalhos de

prospecção gênica e de metabólitos secundários, assim como estudos biossintéticos de novos produtos naturais (MELO, 2006).

4.2. Família Asteraceae e o gênero *Lychnophora*

Asteraceae é a maior família das Eudicotiledôneas, contém por volta de 1600-1700 gêneros e 24000-30000 espécies (NAKAJIMA, 2000; FUNK et al., 2005; SOUZA e LORENZI, 2008). No Brasil, suas espécies representam o equivalente a 10% das plantas vasculares existentes, cuja eficácia na dispersão as tornam de grande importância em trabalhos de recuperação de ambientes degradados, devido se comportarem como pioneiras em situações de colonização (HEIDEN et al., 2007). São encontradas com pouca frequência em florestas tropicais úmidas, mas comumente em áreas de formações abertas (FUNK et al., 2005), sendo caracterizadas por sua alta capacidade de adaptação aos mais diversos *habitats* e condições climáticas, variando desde subarbustos, ervas anuais ou perenes até arbustos ou lianas, tendo a inflorescência do tipo capítulo e o fruto do tipo cípselo, também, chamado de aquênio, como principais características (FUNK et al., 2005; CANCELI et al., 2007; HEIDEN et al., 2007, SOUZA e LORENZI, 2008).

Asteraceae é uma das maiores famílias entre as Magnoliophyta e subdivide-se em duas subfamílias, Cichorioideae (caracterizada pela ocorrência de plantas geralmente com látex) e Asteroideae (inclui espécies sem látex) (LONGHI-WAGNER et al., 2008). Muitas de suas espécies contêm potencial aromático e medicinal, como por exemplo, as pertencentes ao gênero *Lychnophora*. (denominação que significa “portador de velas”, devido ao aspecto candelabroforme de seus representantes).

Em uma das revisões taxonômicas mais completas sobre o gênero, Semir (1991) verificou 68 espécies de *Lychnophora* em oposição aos 11 táxons registrados em última revisão, registrando 27 espécies novas para a ciência e algumas representando novas combinações. Segundo o autor, foram incluídos em *Lychnophora* os gêneros *Lychocephalus* e *Lychnophoriopsis* Sch. Bip. e os gêneros *Chronopappus* DC., *Haplostephium* Mart. ex DC., *Paralychnophora* MacLeish e *Episcothamnus* H. Rob. foram considerados como sinônimos,

subdividindo *Lychnophora* em seis seções: *Lychnophora*, *Lychnophoriopsis*, *Lychnophorioides*, *Lychnocephaliopsis*, *Sphaeranthus* e *Chronopappus*.

Conforme proposto por Martius (1822) *Lychnophora* pertence à tribo Vernonieae e subtribo Lychnophorineae e, desde então, tem sido revisado até os dias de hoje por diversos autores (HABER, 2008). Eminentemente endêmico do Brasil, as espécies do gênero encontram-se somente no domínio fitogeográfico do Cerrado, especificamente nos complexos vegetacionais rupestres (acima de 900 m de altitude) de quartzito da Serra do Espinhaço em Minas Gerais (representado pelas suas seis seções e 52 espécies, o equivalente a 76,5% do total de espécies do gênero), Chapada Diamantina na Bahia (três seções e 19 espécies, correspondendo a 28,0% do total de espécies do gênero) e no Maciço Goiano em Goiás (duas seções e cinco espécies, correspondendo a 7,3% do total de espécies do gênero), compondo-se de um endemismo bastante pronunciado (SEMIR, 1991).

Das espécies do gênero, somente *Lychnophora salicifolia* Mart, está presente nos complexos rupestres dos três Estados e as espécies *L. ericoides* Mart., *Lychnophora rosmarinifolia* Mart. e *Lychnophora granmogolense* (Duarte) D.J.N.Hind em dois estados. As demais (36 espécies) são endêmicas a algumas Serras ou determinadas localidades, apresentando restrição edáfica a substratos específicos e, até mesmo, a diferentes regimes pluviométricos, crescendo em solos superficiais sobre arenito, quartzito, afloramentos rochosos ou solos arenosos profundos (COYLE e JONES, 1981; SEMIR, 1991).

Como características morfológicas, seus representantes contêm um receptáculo comum cilíndrico com várias brácteas involucrais imbricadas e capítulos apresentando flores hermafroditas. Sua corola é tubulosa e o pappus paleáceo bisseriado, com série externa curta e persistente e a interna longa e caduca, além de uma fitotaxia, em que as folhas rígidas se dispõem em múltiplos espirais ao redor de um caule circular com epiderme uniestratificada, contendo estômatos e muitas células epidérmicas como base dos tricomas, formando uma capa grossa envolta do caule, agindo como proteção contra a transpiração excessiva, altas temperaturas e ataque de fungos (MARTIUS, 1822; LUQUE e MENEZES, 2003; SOUZA e LORENZI, 2008).

As formas de seus representantes conferem aos mesmos os aspectos mais diversos, o que parece ser uma adaptação morfológica ao fogo e *habitats* xeromórficos, sendo, frequentemente, registradas *in situ*, espécies com hábitos de arvoretas ou arbustos com

alturas variáveis e, menos frequentemente, o hábito de subarbustos e nunca, o hábito arbóreo, como é observado em algumas espécies de *Vernonia* Schreb. e *Piptocarpha* (R. Br.) Hook. & Arn., que, nas matas, podem atingir cerca de 30 metros de altura (COYLE e JONES, 1981; SEMIR, 1991). Foram registradas, também, espécies com o porte equivalente ao de uma erva, porém, como as mesmas apresentam-se lenhosas, com xilopódio e são sempre perenes, Semir (1991) ressalta que o hábito herbáceo ou terófito nunca é observado.

Diversas categorias de formas de vida são apresentadas para *Lychnophora*, seguindo as terminologias propostas por Semir (1991): A – Arbustos a arvoretas candelabríformes pinóides; B – Arbustos a subarbustos subdicotômicos ericóides; C – Arbustos ou arvoretas heterocomóides; D – Arbustos ou arvoretas subdicotômicos eremantóides; E – Subarbustos bromelióides com xilopódios; F – Subarbustos ericóides prostrados com xilopódios; G – Subarbustos escleromórficos semidecumbentes com xilopódios e H – Subarbustos ericóides pseudoestoloníferos.

No entanto, as formas de vida de *Lychnophora* devem ser melhor especificadas, para melhor compreensão e organização de grupos, assim como a caracterização de suas espécies, uma vez que dentro de cada forma de vida são registradas diferenças que podem contribuir para estudos da taxonomia do gênero.

Mesmo com diferenças entre os hábitos, as plântulas de *Lychnophora* parecem exibir em sua fase inicial hábito semelhante ao bromelióide, com ausência dos ramos secundários e, basicamente, de crescimento monopodial, ao passo que a inibição de sua gema apical parece ser determinada geneticamente, e, uma vez suprimida ou não, com mudanças ou não em seu crescimento, tal evento acaba acarretando num tipo ou outro de forma de vida, apresentando, em sua morfologia geral, aspecto candelabríforme semelhante ao de algumas espécies de coníferas, contendo sistema radicular bastante superficial quando comparado com a parte aérea, com raiz pivotante pouco evidente ou reduzida e poucas raízes secundárias (SEMIR, 1991). Estas são longas e, geralmente, paralelas à superfície, sendo algo semelhante ao de algumas monocotiledôneas (SEMIR, 1991).

4.2.1. Número de Cromossomos e Perfil Químico do Genêro *Lychnophora*

Um trabalho publicado por Mansanares et al. (2002) apresentou dados referentes ao número de cromossomos de espécies pertencentes a três seções do gênero *Lychnophora* (*Lychnocephaliopsis*, *Lychnophora* e *Lychnophoriopsis*). Estas apresentaram três diferentes números de cromossomos: $n=17$ ($2n=34$) para *Lychnophora diamantinana* Coile & Jones S.B. Jones, *L. ericoides*, *Lychnophora passerina* (Mart. ex DC.) Gardner, *L. pinaster*, *Lychnophora prostrata* Semir & Leitão e *Lychnophora rupestris* Semir & Leitão; $n=18$ ($2n=36$) para *Lychnophora gardneri* Sch. Bip., *Lychnophora joliana* Semir & Leitão, *Lychnophora pohlii* Sch. Bip. e *L. salicifolia* e $n=19$ ($2n=38$) para *Lychnophora cipoensis* Semir & Leitão, *Lychnophora mello-barretoii* G.M. Barroso, *Lychnophora sellowii* Sch. Bip. e *Lychnophora tomentosa* (Mart. ex DC.) Sch. Bip., sendo que uma população poliplóide de $n=34$ foi detectada em *Lychnophora staavioides* Mart. Segundo os autores, esta variação no número de cromossomos pode ter ocorrido devido alterações numéricas causadas por disploidia ou aneuploidia.

Quanto à composição química, em *Lychnophora* são encontradas lactonas sesquiterpênicas derivadas de guaianolidos, goiasensolidos, eremantolidos e eudesmanolidos, sendo, também, relatada a ocorrência de monoterpenos, diterpenos, triterpenos, sesquiterpenos, flavonóides, fenilpropanóides, esteróides, poliacetilenos e lignanas (BOHLMANN et al., 1980; 1982; CUNHA et al., 1995; BORELLA et al., 1998; BORSATO et al., 2000; HABER, 2008), tendo o gênero constituição química diversa. Os terpenos e os flavonóides, por exemplo, são as substâncias de maior ocorrência na subtribo Lychnophorinae, e as lactonas sesquiterpênicas, foram identificadas e/ou isoladas em 90% das espécies investigadas do táxon (KELES et al., 2010).

Estudos realizados por Haber (2008) com os óleos essenciais das folhas de três populações nativas de *L. pinaster*, coletados em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais (municípios de Lavras e Carrancas), mostraram divergências na variabilidade genética e química. Os acessos foram divididos em dois grupos, um contendo como substância majoritária o fenilpropanóide *trans*-cinamato de metila e o segundo grupo, o sesquiterpenóide cedr-8(15)-en-9-*alfa*-ol.

Sob o ponto de vista das substâncias voláteis, pode-se citar como mais abundantes para *L. pinaster* o *trans*-cinamato de metila, cedr-8(15)-en-9-*alfa*-ol e 14-hidroxi-z-cariofileno (HABER, 2008; ISOBE, 2012; REIS et al., 2010) e para *L. ericoides*, espécie pertencente ao mesmo *pool* gênico que *L. pinaster*, o *alfa*-cadinol, *trans*-nerolidol, *ar*-dihidroturmerona, *alfa*-bisabolol, *alfa*-muurolol, óxido de cariofileno e *alfa*-eudesmol (SEMIR, 1991; CURADO et al., 2006; LYRA et al., 2008; VIERA, 2012).

4.2.2. Atividade Biológica

Na medicina popular, a utilização de preparados hidroalcoólicos de *Lychnophora* contra processos inflamatórios é muito comum, como, por exemplo, os preparados de *Lychnophora ericoides*, que é uma espécie bastante utilizada nos Estados de Minas Gerais e Goiás. Moradores das regiões de ocorrência da espécie que fazem a sua utilização citam que o mesma apresenta atividade anti-inflamatória e analgésica (PAVARINI et al., 2008). Segundo Santos (2006) as propriedades farmacológicas desta espécie estão distribuídas em partes distintas, sendo as raízes predominantemente analgésicas e as folhas tanto analgésicas como anti-inflamatórias.

Avaliando a atividade biológica dos flavonóides pinostrobin, pinocembrina, galangina 3-metil éter, tectocrisina e tilirosídeo, isolados da parte aérea de *L. markgravii*, contra *Leishmania amazonensis*, Salvador et al. (2009) verificaram que a pinostrobin e a tectocrisina foram as substâncias mais ativas e que diminuíram a viabilidade do parasita. Abreu et al. (2011) observaram a ação antibacteriana das frações apolares dos extratos das folhas, caule e do triterpeno *alfa*-amirina, isolado de *L. pinaster*, contra *Staphylococcus aureus*.

Estudos realizados com *L. pinaster* comprovam que o mesma contém substâncias que se mostram ativas contra o *Tripanosoma cruzi*, agente causador da Doença de Chagas. Como exemplo, pode-se citar o estudo realizado por Silveira et al. (2005a), que, utilizando extrato aquoso liofilizado (LAE) da parte aérea da planta (113.62µg/mL), verificaram a eliminação de 100% das cepas de *Tripanosoma cruzi* presentes em amostras de sangue de ratos albinos infectados.

Silveira et al. (2005b) em um estudo de Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio e Carbono-13 (RMN de ^1H e ^{13}C) com o extrato da parte aérea de *L. pinaster* verificaram a presença do ácido *trans*-lychnophórico e a lactona sesquiterpênica 15-desoxigoiazensolido.

A ação tripanocida *in vitro* do ácido lychnophórico, obtido do extrato de *L. pinaster*, foi registrada por Oliveira et al. (1996). A substância inibiu em 50% o crescimento inicial dos protozoários tripomastigotas.

4.2.3. A espécie *Lychnophora pinaster*

Morfológicamente *L. pinaster* apresenta lâminas variando de pinóides, rasmarinióides até subuladas ericóides, com os ápices obtusos, arredondados e raramente agudos e a sua superfície ventral, em geral, fortemente rugosa ou bulada, com a face dorsal totalmente coberta por indumento curto tomentoso, não mascarando as nervuras que são bem evidentes e salientes (SEMIR, 1991).

A espécie apresenta-se como subarbusto e outras vezes como arbusto no formato candelabriforme, medindo 0,4 a 2,4 m e, raramente, 3,6 m (SEMIR, 1991). Suas folhas, bastante imbricadas, contêm ramos que vão de alternos a subverticilados flexuosos e de delicados até mais robustos, medindo 0,5 a 2,0 cm de diâmetro, com o tronco atingindo 2,5 a 3,0 cm, com coloração geralmente cinérea a nigriscente abaixo, mais ou menos canescente acima e variavelmente ocrácea até atrofusca (SEMIR, 1991) (Figura 1).



Figura 1. Planta de *Lychnophora pinaster*: aspecto das folhas e ramos.

Fotos: Paulo Sérgio Siberti da Silva (2012).

Há relatos na bibliografia da ocorrência desta espécie nos Campos Sujos e Limpos de Altitudes das regiões do Alto Rio Grande (RODRIGUES e CARVALHO, 2001b), sendo observada crescendo em ambientes extremamente xéricos, como os existentes nos Campos de Canga da Serra do Rola Moça, Moeda e do Curral, em blocos de rochas ou alto de pequenos morros expostos à insolação e em carrascais nos serrotes, como na Serra do Cipó e do Caraça (SEMIR, 1991) (Figuras 2 e 3).



Figura 2. Planta de *Lychnophora pinaster* crescendo em blocos de rochas.
Fotos: Paulo Sérgio Siberti da Silva (2012).



Figura 3. (A) Serra do Salto: Local onde está situada uma população de *Lychnophora pinaster* utilizada neste trabalho; (B) plantas de *Lychnophora pinaster* da referida população. Fotos: Paulo Sérgio Siberti da Silva (2012).

L. pinaster possui como sinonímia *Vernonia pinaster* (Mart.) Less, *Vernonia trichocarpa* Spreng., *Lychnophora trichocarpa* Spreng., *Piptopcoma lychnophorioides* Less., *Lychnophora affinis* Gardn., *Lychnophora brunoides* var. *affinis* (Gardner), *Lychnophora rosmarinus* Pohl. Ex. Schultz-Bip., *Lychnophora rosmarinus* var. *rosmarinus* Schultz-Bip., *Lychnophora brunoides* var. *pinifolia* Baker, *Lychnophora pumiio* Pohl e *Lychnophora piptocoma* Schultz-Bip (SEMIR, 1991).

A coloração de suas flores vai do lilás ao púrpura, medindo 8,0 a 10,0 mm de comprimento e seus aquênios se encontram em subcapítulos de capítulos com papus internos e externos como estrutura de dispersão (Figura 4) (SEMIR, 1991), apresentando comportamento característico de semente ortodoxa, mantendo sua viabilidade por longos períodos quando armazenadas em condições de baixa umidade, sendo classificados em três categorias: cheios, mal formados e vazios, onde os de categoria cheios apresentam germinação superior aos das demais categorias (MELO et al., 2009).



Figura 4. *Lychnophora pinaster*: planta com flor e capítulos, em estágio de dispersão (A); capítulos com aquênios sem o papus interno (B); aquênios sem papus interno (C). Fotos: Paulo Sérgio Siberti da Silva (2012).

Classificada por Garcia (2007) como uma espécie semidecídua, *L. pinaster* mesma apresenta, de acordo com Haber (2008), pequena taxa de autofecundação e alta taxa de cruzamento, com sistema de reprodução misto tendendo à alogamia.

Segundo Silva (1998), a planta apresenta com relação aos aspectos vegetativos, reprodutivos e de dispersão dos frutos características fenológicas sazonais em função de variações climáticas, com floração ocorrendo entre os meses de agosto a outubro e a dispersão dos frutos entre dezembro, janeiro e fevereiro, sendo considerada a época mais favorável para a coleta dos aquênios, enquanto Garcia (2007) cita que a espécie apresentou floração indiferente às estações, caracterizando-a como uma planta tolerante ao estresse com tendências a uma floração não sazonal e intermitente, ou seja, de forma esporádica.

Garcia (2007) cita, também, que a espécie apresentou intensa brotação durante todo ano e que não houve uma data média significativa quanto a frutificação, sendo este processo verificado o ano todo.

4.2.4. Os Óleos Essenciais

Internacionalmente existem inúmeros setores industriais que comercializam óleos essenciais, empregando-os como matéria-prima para a produção de aromas e fragrâncias (BIZZO et al., 2009). De utilização na confeitaria, fabricação de cosméticos, sabonetes, alimentos, cigarros e produtos farmacêuticos, este mercado movimenta,

segundo o Comtrade (*United Nations Commodity Trade Statistics Database*), aproximadamente, US\$ 15 milhões ao ano, com um crescimento anual de 11% (MACTAVISH e HARRIS, 2002).

O Brasil iniciou suas atividades industriais no setor de óleos essenciais em 1927 extraindo óleo essencial de *Aniba rosaeodora* Ducke (pau-rosa), substituindo a produção franco-guianense, que estava em decadência devido à intensa exploração da planta, no entanto, somente com a ocorrência da Segunda Guerra Mundial, final da década de 30, o país ganhou destaque (AZAMBUJA, 2012).

Em 2002 junto à Indonésia, China e Índia, o Brasil dominou o cenário de exportação de óleos essenciais e em 2005, entre janeiro e outubro, movimentou quantias de US\$ 80.006 para exportação e US\$ 30.266 para importação, tendo como principais produtos exportados o óleo essencial de laranja (51,0%), subprodutos terpênicos (29,4%), óleo de essência de limão (4,3%), solução aquosa de óleos essenciais (2,94%) e óleo essencial de pau-rosa (2,64%), se tornando um dos líderes em exportação de óleos essenciais de frutos cítricos (MACTAVISH e HARRIS, 2002; OLIVEIRA et al., 2007; BIZZO et al., 2009).

Já entre 2003 e 2007, considerando as exportações de cosméticos, incluindo óleos essenciais e matérias-primas, foi registrada uma taxa média de 18% das exportações nacionais, tendo em 2007, como principais importadores a Argentina, EUA, Chile e Venezuela, respectivamente (SOUZA e GORAYED, 2009). Em relação à importação de óleos essenciais e seus subprodutos, em 2009, foi registrada que as compras externas brasileiras com origem do Haiti tiveram tais produtos como uma das principais aquisições, representando o montante de US\$ 690 mil, o equivalente a, aproximadamente, 73,4% do total do valor importado deste país (FUNCEX, 2010).

No setor farmacêutico, os óleos essenciais são empregados como antimicrobianos, antiinflamatórios, expectorantes, estimulantes do sistema nervoso central, contra afecções do sistema digestivo, entre outros. O óleo essencial de *Cordia verbenacea* DC., planta nativa de ocorrência no bioma Mata Atlântica, por exemplo, vem sendo empregado como matéria-prima para a fabricação do primeiro produto comercial anti-inflamatório oriundo de uma espécie nativa da flora brasileira, o Acheflan[®] (PIANOWSKI, 2005).

Os óleos essenciais são constituídos por metabólitos especializados e não tem função direta no crescimento e desenvolvimento da planta. No ambiente atuam na competição ou simbiose entre plantas e organismos, atração de polinizadores, proteção contra herbívoros e infecção por patógenos, desenvolvendo funções ecológicas importantes (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Cada espécie botânica produz óleo essencial de composição química característica e apesar de sua produção ser controlada genética e epigeneticamente, os componentes ambientais também influenciam na sua quantidade, qualidade e concentração (TRAPP e CROTEAU, 2001). A sazonalidade, por exemplo, pode afetar processos bioquímicos e/ou rotas metabólicas interferindo na síntese de compostos secundários importantes, como os flavonóides e os terpenos (SCHUH et al., 1997; SHAO et al., 2001; GOBBO-NETO e LOPES, 2007).

A avaliação sazonal dos óleos essenciais da parte aérea de populações de *Santolina rosmarinifolia* L. (marcetão), por exemplo, demonstrou que o rendimento aumentou nos meses de março, abril, maio e junho, e que a concentração deste mostrou correlação positiva com a precipitação e negativa com a temperatura. Os principais componentes dos óleos essenciais foram: sabineno, mirceno, limoneno, *beta*-felandreno, 1,8-cineol e capileno, dentre outros. Os monoterpenos semelhantes ao *beta*-felandreno, limoneno e 1,8-cineol mostraram correlação negativa com a temperatura, enquanto o capileno mostrou forte correlação positiva com a precipitação (PALÁ-PAÚL et al.; 2001).

Estudos realizados por Cerqueira et al. (2009) com as folhas de *Myrcia salzmannii* Berg. (guamirim-branco ou cambuí) coletadas em diferentes meses dos anos de 2001 e 2003 no Estado da Bahia apresentaram divergências. As folhas coletadas no verão e inverno de 2001 apresentaram como principal constituinte o *beta*-cariofileno, porém, a porcentagem relativa desta substância no verão foi superior (41,5%) a das folhas coletadas no inverno (24,1%). Além desta divergência, os autores verificaram que onze das quinze substâncias detectadas no verão (fevereiro) de 2001 não estavam presentes no óleo essencial na primavera (outubro) do mesmo ano.

Também foi investigada por Hussain et al. (2008) a composição química dos óleos essenciais da parte aérea de *Ocimum basilicum* L. (manjerição) em função das estações do ano. O rendimento dos óleos essenciais variou de 0,5 a 0,8%, com maior

rendimento no inverno e menor no verão. A substância mais abundante nos óleos essenciais foi o linalol, variando de 56,7 a 60,6%, seguido por *epi-alfa*-cadinol (8,6 a 11,4%), *alfa*-bergamoteno (7,4 a 9,2%) e γ -bergamoteno (3,2 a 5,4%). Nas amostras coletadas no inverno os hidrocarbonetos oxigenados (68,9%) foram os mais abundantes, enquanto no verão foram os hidrocarbonetos sesquiterpênicos (24,4%). O conteúdo da maioria dos constituintes químicos variou significativamente durante as estações do ano.

Os óleos essenciais são constituídos por diferentes classes de substâncias orgânicas, predominando os fenilpropanóides, monoterpenos e sesquiterpenos. Os terpenos são constituídos pela união de unidades de cinco átomos de carbono, sendo classificados como: isoprenos (5 carbonos), monoterpenos (10 carbonos), sesquiterpenos (15 carbonos), diterpenos (20 carbonos), triterpenos (30 carbonos) e os tetraterpenos (40 carbonos) (PERES, 2004; TAIZ e ZEIGER, 2009). São formados a partir da via do mevalonato, que ocorre no citosol, responsável pela formação de sesquiterpenos (C₁₅) e a via alternativa do metil eritritol fosfato (MEP), que ocorre nos cloroplastos e origina os monoterpenos (C₁₀). (PERES, 2004; JAKIEMIU, 2008; TAIZ e ZEIGER, 2009; MARQUES et al., 2012).

Os fenilpropanóides são provenientes da via do ácido chiquímico, cujo precursor origina os aminoácidos aromáticos tirosina, triptofano e fenilalanina. A ação da enzima fenilalanina amônia liase (PAL) sobre a fenilalanina origina o ácido cinâmico que por meio de reduções enzimáticas dá origem aos derivados fenilpropenos (LORENZO et al., 2002; JAKIEMIU, 2008; MARQUES et al., 2012).

A *International Standard Organization* (ISO) caracteriza os óleos essenciais, também chamados de óleos voláteis, como produtos obtidos de partes de plantas através de destilação por arraste com vapor d'água ou por expressão dos pericarpos de frutos cítricos, se tratando de misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas (SIMÕES e SPITZER, 2003).

Estes compostos apresentam geralmente aspecto líquido à temperatura ambiente e volatilidade, são solúveis em solventes orgânicos apolares como o éter de petróleo, recebendo o nome de óleos etéreos e, também de essências pelo fato da maioria conter um aroma agradável e intenso (VITTI e BRITO, 2003). Sua composição química pode ser influenciada por características genótípicas e fenológicas, sazonalidade, composição

atmosférica, índice pluviométrico, temperatura, ritmo circadiano, época de coleta, tipo de solo, altitude, entre outros (GOBBO-NETO e LOPES, 2007).

Além destes fatores, Gobbo-Neto e Neto (2007) explanam a respeito da influência dos diferentes órgãos vegetais na composição e concentração das substâncias na mistura, como foi verificado por Schmidt et al. (1998) em plantas jovens de *Arnica montana* L., que acumularam majoritariamente as substâncias derivadas de helenalina até seis semanas, a partir do início da formação das folhas. Depois deste estágio, os autores observaram a redução da concentração destas substâncias e o aumento considerável da concentração dos compostos do tipo diidrohelenalina, que permaneceram constantes por um longo período.

Logo, a época de coleta destes produtos é um dos fatores de maior importância, que deve ser levado em consideração para a coleta de uma droga, uma vez que sua composição e quantidade não são constantes no decorrer do ano (GOBBO-NETO e LOPES, 2007).

5. MATERIAL E MÉTODOS

As atividades referentes ao estudo de Composição Química dos Óleos Essenciais foram desenvolvidas no Centro de P&D de Recursos Genéticos Vegetais do Instituto Agrônômico (IAC), localizado no município de Campinas, SP.

5.1. Coleta do Material Vegetal

5.1.1. Locais de Coleta

Foram realizadas quatro expedições de coleta de material vegetal de *Lychnophora pinaster* durante o ano de 2012, uma em cada estação do ano: verão, outono, inverno e primavera. Os locais de amostragem estão situados na região sul do Estado de Minas Gerais e foram utilizadas para amostragem três populações nativas de *L. pinaster* provenientes dos municípios de Carrancas e Ingaí.

Situada em uma faixa de transição entre o Cerrado e a Mata Atlântica, em local 50% montanhoso e com elevação média de 1020 m, o município de Carrancas está situado entre as quatro principais serras da região: Serra da Chapada das Perdizes, Serra do Moleque, Serra das Bicas e Serra das Carrancas, onde há o predomínio dos campos rupestres,

matas de galeria e campos naturais, ricos em espécies botânicas das famílias Asteraceae, Orquidiaceae e Melastomataceae (PREFEITURA MUNICIPAL DE CARRANCAS, 2012).

Carrancas têm os verões com média máxima anual de 26,2°C e os invernos média mínima de 13,9°C. A precipitação média anual do município é de 1059 mm (PREFEITURA MUNICIPAL DE CARRANCAS, 2012).

O município de Ingaí engloba áreas de Cerrado, matas de galeria, matas de encosta e campos rupestres, com elevação média de 951 m e clima caracterizado como Tropical de Altitude, sendo as famílias Fabaceae, Myrtaceae, Asteraceae e Rubiaceae as de maior riqueza florística na região (BOTREL et al., 2006).

Ingaí caracteriza-se pelos verões úmidos e invernos secos, com temperatura média de 19,61 °C e precipitação média anual de 1517 mm (BOTREL et al., 2006).

5.1.2. Populações de *Lychnophora pinaster*

Os municípios de Carrancas e de Ingaí estão distantes em linha reta a 30,2 Km e por meio das estradas locais a 62,9 Km. Nestes dois municípios, as populações de *L. pinaster* amostradas encontram-se em propriedades particulares. No município de Carrancas foram amostradas duas populações, uma denominada de Serra Branca (S21°26'44.76" W44°35'16.47", elevação média de 1116 m) e outra de Serra do Salto (S21°26'44.63" W44°38'15.36", elevação média de 1285 m), estas populações estão distantes entre si a 5,5 Km em linha reta (Figura 5). No município de Ingaí a população amostrada foi denominada de Serra da Arnica (S21°26'38.89" W44°56'00.10" e elevação média de 1048 m) (Figura 5).



Figura 5. Localização geográfica das populações naturais de *Lychnophora pinaster* Mart. amostradas no atual trabalho. Populações Serra Branca (1) e Serra do Salto (2), provenientes do município de Carrancas – MG e População Serra da Arnica (3) proveniente do município de Ingaí – MG. Fonte: Google Earth (2012).

Foram amostrados, no total, 75 acessos, 25 por população, os quais foram todos marcados com etiquetas plásticas e sua localização geográfica (altitude, latitude e longitude) registrada através de GPS (*Global Positioning System*) (e-trex, Garmin®).

A primeira coleta foi realizada durante o verão, entre os dias 12 e 15 de março de 2012. Nas três populações amostradas os acessos encontravam-se no final do estágio reprodutivo, com poucas plantas apresentando flores e/ou aquênios e a maioria apresentava-se com os capítulos secos e sem aquênios, portanto, no final do período de dispersão. Em Serra da Arnica, a área de amostragem encontrava-se em situação de queimada recente e com muitas plântulas no local.

A segunda coleta ocorreu durante o outono, entre os dias 7 e 8 de maio e em todas as populações os acessos encontravam-se em estágio vegetativo. Na terceira coleta, 12 e 13 de setembro (inverno), mais da metade da população de Serra Branca encontrava-se em estágio vegetativo. Outros acessos encontravam-se com o botão floral evidente e alguns com flores. Três acessos desta população (Pop 103, Pop 109 e Pop 110) estavam sem condições para a coleta do material vegetal (mortos) e não foram amostrados. Nas demais populações, os acessos encontravam-se com o botão floral evidente ou com flores.

Na quarta e última coleta, 22 e 23 de novembro (primavera) de 2012, os acessos de todas as populações, no geral, encontravam-se com os capítulos apresentando aquênios, porém, somente na população de Serra da Arnica os mesmos encontravam-se em dispersão. Também foi observada a presença de flores nas populações. Nesta estação, não foram coletados novamente os acessos Pop 103 (morto) e Pop 109 (poucas folhas). Os acessos Pop 110 e Pop 119 também não estavam em condições de coleta, nesta estação.

Durante as coletas foi observado o surgimento de rebrotos na região cortada em amostragens anteriores e herbivoria em diversos acessos, principalmente, no inverno e primavera.

5.1.3. Amostragem e Beneficiamento do Material Vegetal

Porções da parte aérea (caule, ramos e folhas) de aproximadamente 150g de cada acesso foram amostradas, armazenadas em sacos plásticos, individualmente identificadas e transportadas desta forma até a cidade de Campinas/SP. Coletou-se, também, material botânico fértil de cada população para a confecção das exsicatas (1 exsicata por população, denominadas de SILVA 001, 002 e 003). As mesmas foram depositadas no herbário do Instituto Biológico da Universidade Estadual de Campinas após a identificação pelo Prof. Dr. João Semir, especialista no gênero *Lychnophora* da Universidade Estadual de Campinas.

5.2. Análise de Solo dos Locais de Coleta

A caracterização quanto à fertilidade dos solos dos três locais de coleta foi realizada com base na análise química de macro e micronutrientes. Foram coletadas aleatoriamente 10 amostras de solo para cada região de coleta com pá, devido ao solo superficial e pedregoso, que impossibilitou o uso de trado e a coleta do solo a 20 cm de profundidade, que é o procedimento padrão.

As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Solos da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, *campus* de Botucatu/SP.

5.3. Extração e Análise da Composição Química dos Óleos Essenciais

Após cada expedição de coleta do material vegetal (porções da parte aérea) as folhas de cada acesso foram manualmente separadas dos caules, ramos e inflorescências e as folhas foram armazenadas em sacos de papel devidamente identificados por acesso até o momento da extração do óleo essencial que foi feita individualmente por meio de hidrodestilação em aparato tipo Clevenger por um período de duas horas. Após a extração dos óleos essenciais de cada acesso das três populações, os mesmos foram armazenados individualmente em frascos de vidro devidamente identificados e, em seguida, calculou-se o rendimento. Posteriormente, os mesmos foram mantidos em freezer a 4°C até o momento da análise de composição química.

A análise da composição química dos óleos essenciais foi feita individualmente para cada acesso. Para tanto, foram feitas amostras em triplicata compostas de 1µL de óleo essencial do acesso + 1 mL acetado de etila (grau cromatográfico). O volume de injeção da amostra foi de 1µL de solução e a análise foi conduzida em cromatógrafo a gás acoplado a espectrômetro de massas (CG-EM; Shimadzu, QP-5000) operando a 70 eV, dotado de coluna capilar de sílica fundida DB-5 (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm), hélio como gás de arraste (1 mL/min), injetor a 240°C, detector a 230°C, modo de injeção split e o seguinte programa de temperatura: 60°C (5 minutos) – 180°C, 3°C/minuto; 180°C - 240°C, 10°C/minuto; split 1/20.

A identificação dos constituintes químicos foi efetuada por meio da análise comparativa dos espectros de massas das substâncias com o banco de dados do sistema CG-EM (Nist 62.lib) e literatura, índice de retenção (IR) (ADAMS, 2007). Os índices de retenção das substâncias foram obtidos a partir da injeção de uma série de *n*-alcanos (C₉-C₄₀), aplicando a equação de Van den Dool e Kratz (1963).

A quantificação das substâncias foi efetuada por cromatografia a gás com detector de ionização de chama (CG-DIC; Shimadzu 2010) operando nas mesmas condições que o sistema CG-EM.

5.4. Análises Estatísticas

Os resultados de rendimento e da composição química dos óleos essenciais foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ($P < 0,05$) com auxílio dos programas estatísticos GENES vs. 2009. 7.0 e ASSISTAT 7.6 *beta*. A análise multivariada foi feita utilizando-se a Análise de Componentes Principais (ACP) e as análises de agrupamento foram realizadas a partir da avaliação fenotípica, onde se agrupou os acessos de acordo com a sua composição química, levando em conta as quatro substâncias com maiores proporções relativas médias identificadas no óleo essencial pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica (CAH), empregando-se o programa XLSTAT (2012).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Rendimento dos Óleos Essenciais das Populações de *Lychnophora pinaster* em Função da Sazonalidade

6.1.1. População Serra Branca, Carrancas – MG

Levando em conta as quatro estações do ano, verificou-se que os rendimentos de óleo essencial dos acessos da população Serra Branca (Figura 6) variaram no verão de 0,0005% (Pop 113) a 0,97% (Pop 119), com rendimento médio igual a 0,18%. No outono de 0,01% (Pop 101) a 0,92% (Pop 116), com rendimento médio de 0,19%. No inverno de 0,006% (Pop 122) a 1,15% (Pop 119), com rendimento médio de 0,17%. Na primavera de 0,007% (Pop 125) a 0,53% (Pop 106), com rendimento médio 0,12%.

Como pode ser observado na Figura 6, os acessos se comportaram de formas distintas ao longo das estações. Ocorreram, por exemplo, acessos que apresentaram aumento no rendimento de óleo essencial ao longo das estações, como o acesso Pop 106, que apresentou um aumento expressivo na produção de óleo essencial na primavera (verão: 0,16%, outono: 0,13%, inverno: 0,12% e primavera: 0,53%). Outros acessos, em contrapartida, apresentaram uma redução de rendimento, como foi o caso de Pop 112 (verão: 0,42%, outono: 0,18%, inverno: 0,10% e primavera: 0,10%).

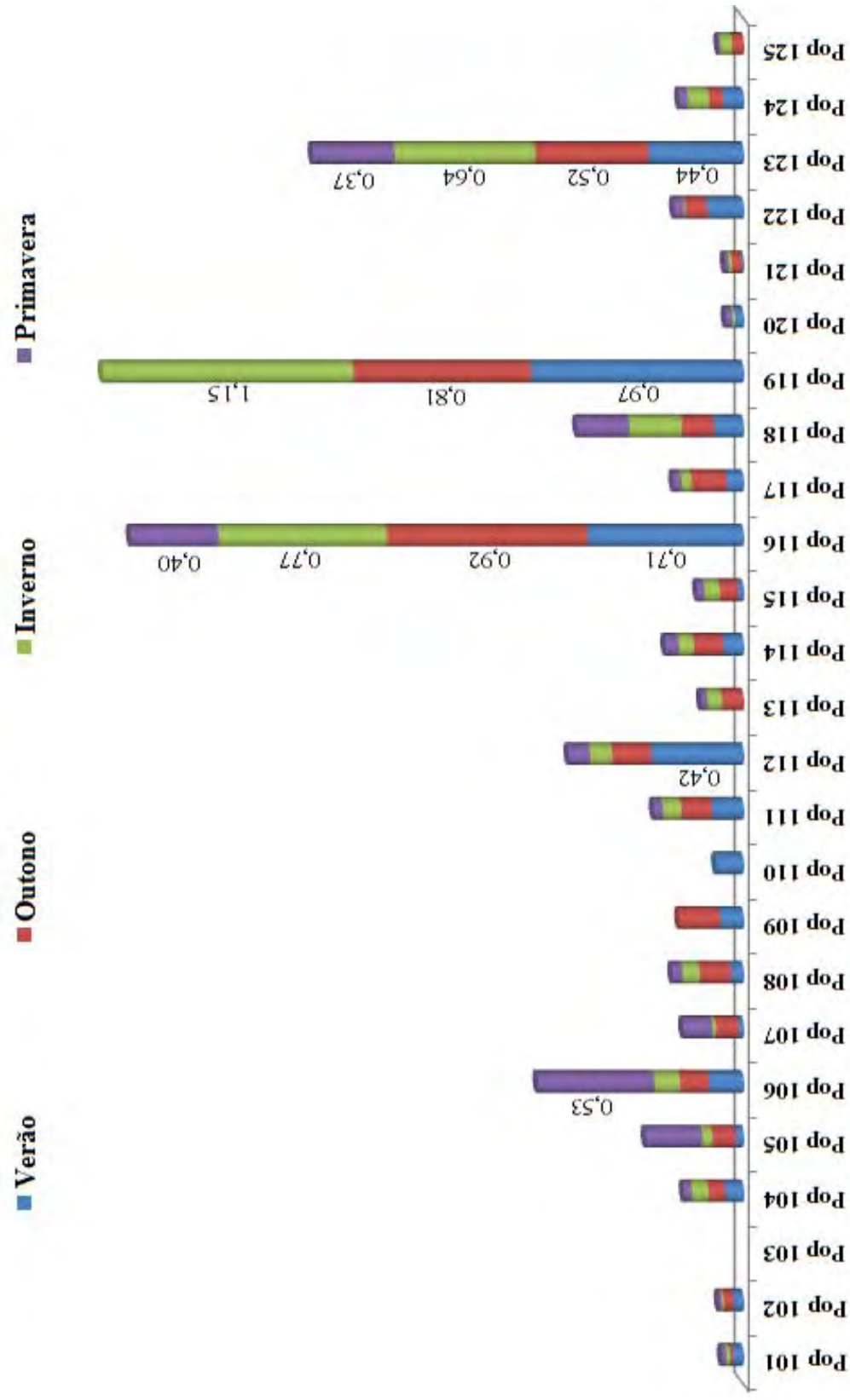


Figura 6. Rendimento dos óleos essenciais (%) das folhas dos acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra Branca, Carrancas – MG, Brasil, 2012, em função da sazonalidade.

Para tanto, os acessos que mais se destacaram na população ao longo das estações foram Pop 119 (verão: 0,97%; outono: 0,81% e inverno: 1,15%), Pop 116 (verão: 0,71%; outono: 0,92%; inverno: 0,77% e primavera: 0,40% e Pop 123 (verão: 0,44%; outono: 0,52%; inverno: 0,64% e primavera: 0,37%), sendo, portanto, os acessos mais indicados para uma pré-seleção para a obtenção de óleo essencial desta população em caso de manejo na área de origem (Figura 6).

Quando se comparou a diferença entre os valores de rendimento médio dos óleos essenciais coletados nas diferentes estações do ano, constatou-se que em Serra Branca a sazonalidade não influenciou significativamente na produção de óleo essencial (Figura 7).

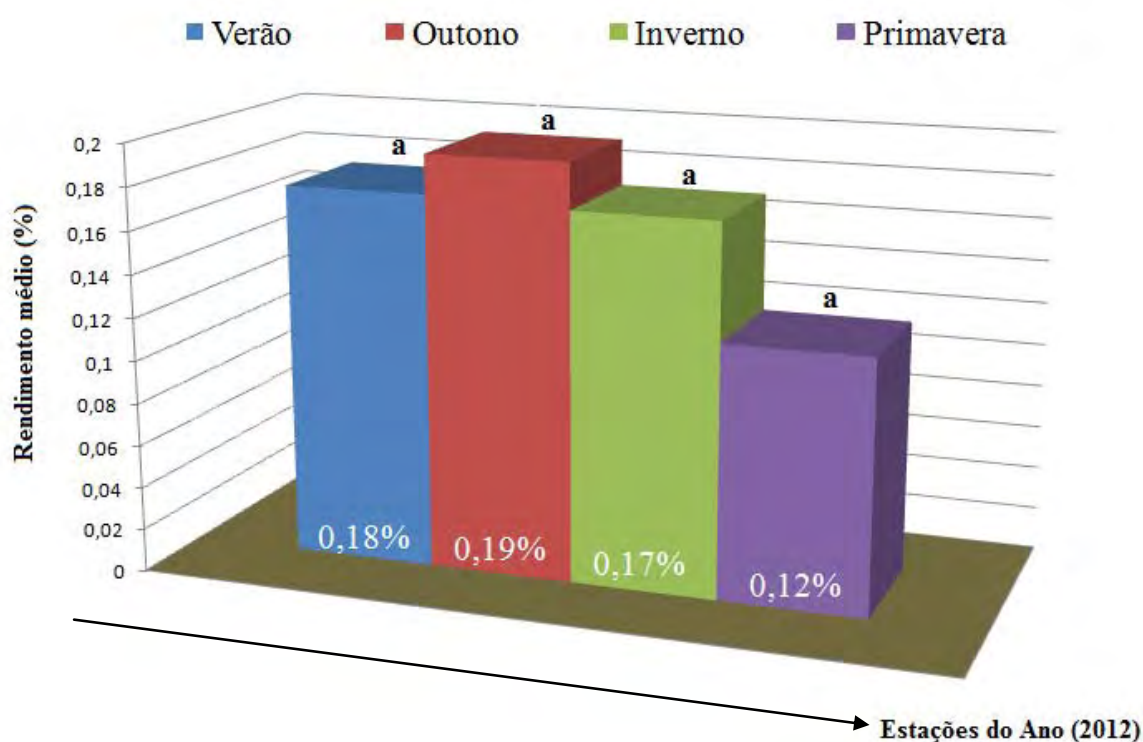


Figura 7. Rendimento médio dos óleos essenciais de *Lychnophora pinaster*, população Serra Branca, Carrancas – MG, Brasil, 2012, em função da sazonalidade.

Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

6.1.2. População Serra do Salto, Carrancas - MG

Os acessos da população Serra do Salto apresentaram rendimento médio de óleo essencial de 0,49% no verão, com variações entre 0,12% (Pop 208) a 0,92% (Pop 209), destacando-se os acessos Pop 209 (0,92%), Pop 218 (0,81%) e Pop 214 (0,72%) (Figura 8).

No outono dos acessos citados anteriormente, somente Pop 214 apresentou rendimento acima de 0,7% (1,3%). O rendimento médio de óleo essencial nesta estação (outono) foi de 0,61%, e o rendimento entre os acessos variou entre 0,1% (Pop 201) e 1,3% (Pop 214). Além do acesso Pop 214 destacaram-se, nesta estação, Pop 216 (1,02%), Pop 210 (0,81%), Pop 212 (0,8%), Pop 213 (0,78%) e Pop 223 (0,73%) (Figura 8).

No inverno, o rendimento variou entre 0,0003% (Pop 225) e 1,01% (Pop 217), com média de 0,53%. Dos acessos que se destacaram no outono, somente Pop 212 foi o que permaneceu com o rendimento acima de 0,7%. Destacaram-se também Pop 217 (1,01%), Pop 221 (0,82%), Pop 208 (0,78%), Pop 219 (0,76%) e Pop 205 (0,72%) (Figura 8).

Na primavera o rendimento dos acessos variou entre 0,08% (Pop 225) e 0,83% (Pop 219) e o rendimento médio foi de 0,43%. Os melhores rendimentos foram observados em Pop 219 (0,83%), Pop 213 (0,75%) e Pop 221 (0,75%) (Figura 8).

Diante do exposto, observou-se durante o estudo que alguns acessos se sobressaíram dos demais, apresentando rendimentos superiores a 0,7% em, no mínimo, duas estações: Pop 214 (verão: 0,72%; outono: 1,3%), Pop 212 (outono: 0,8%; inverno 0,71%), Pop 213 (outono: 0,78%; primavera: 0,75%), Pop 219 (inverno: 0,76%; primavera: 0,83%) e Pop 221 (inverno: 0,82%; primavera: 0,75%) (Figura 8). Estes acessos são os mais indicados para uma pré-seleção para a obtenção de óleo essencial desta população em caso de manejo na área de origem e as estações citadas anteriormente para cada um, tendem a ser as mais apropriadas para a coleta da parte aérea (Figura 8).

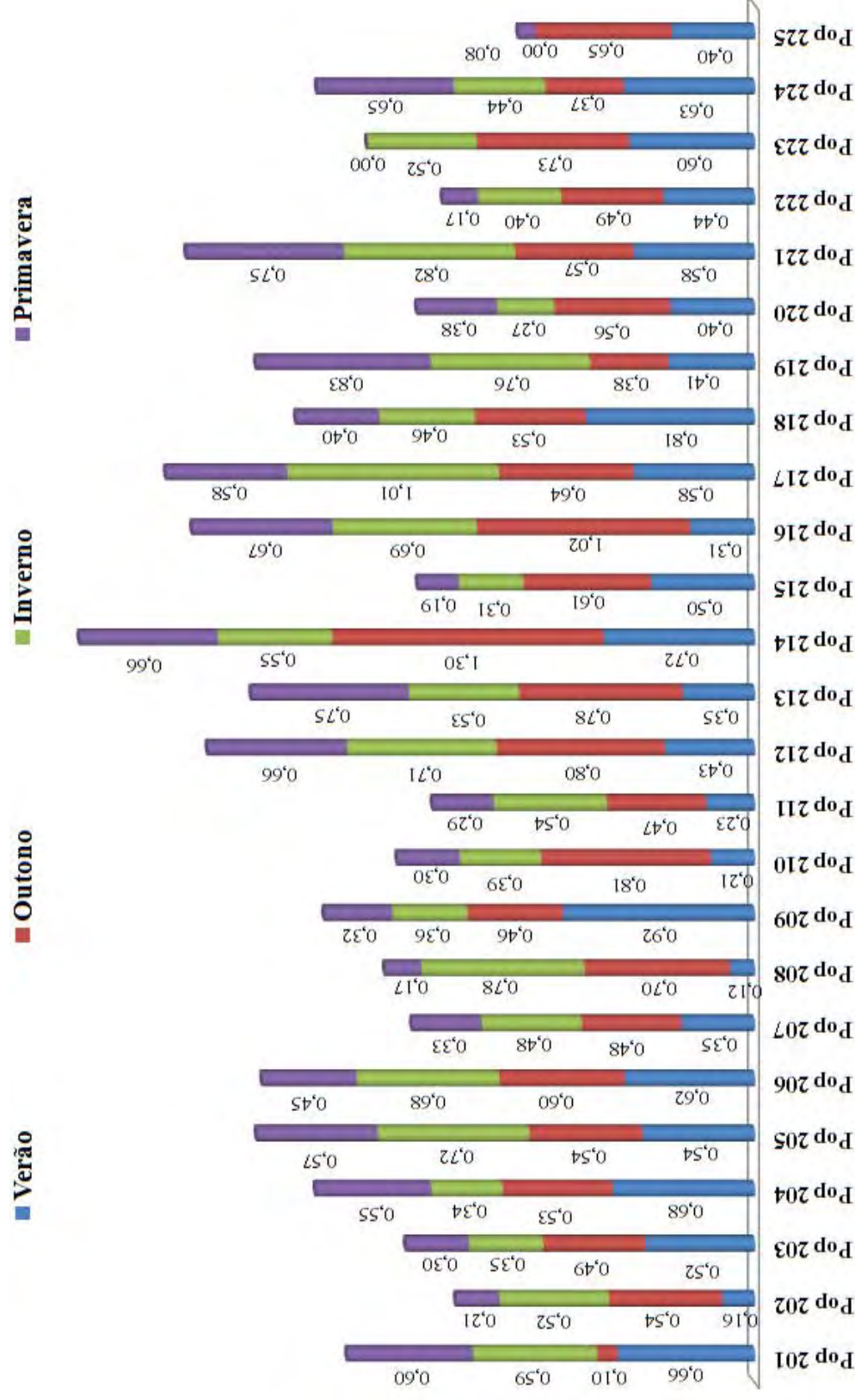


Figura 8. Rendimento dos óleos essenciais (%) dos acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra do Salto, Carrancas-MG, Brasil, 2012, em função da sazonalidade.

Assim como na população Serra Branca, também foi constatado que a sazonalidade não exerceu influência significativa no rendimento médio de óleo essencial da população Serra do Salto (Figura 9).

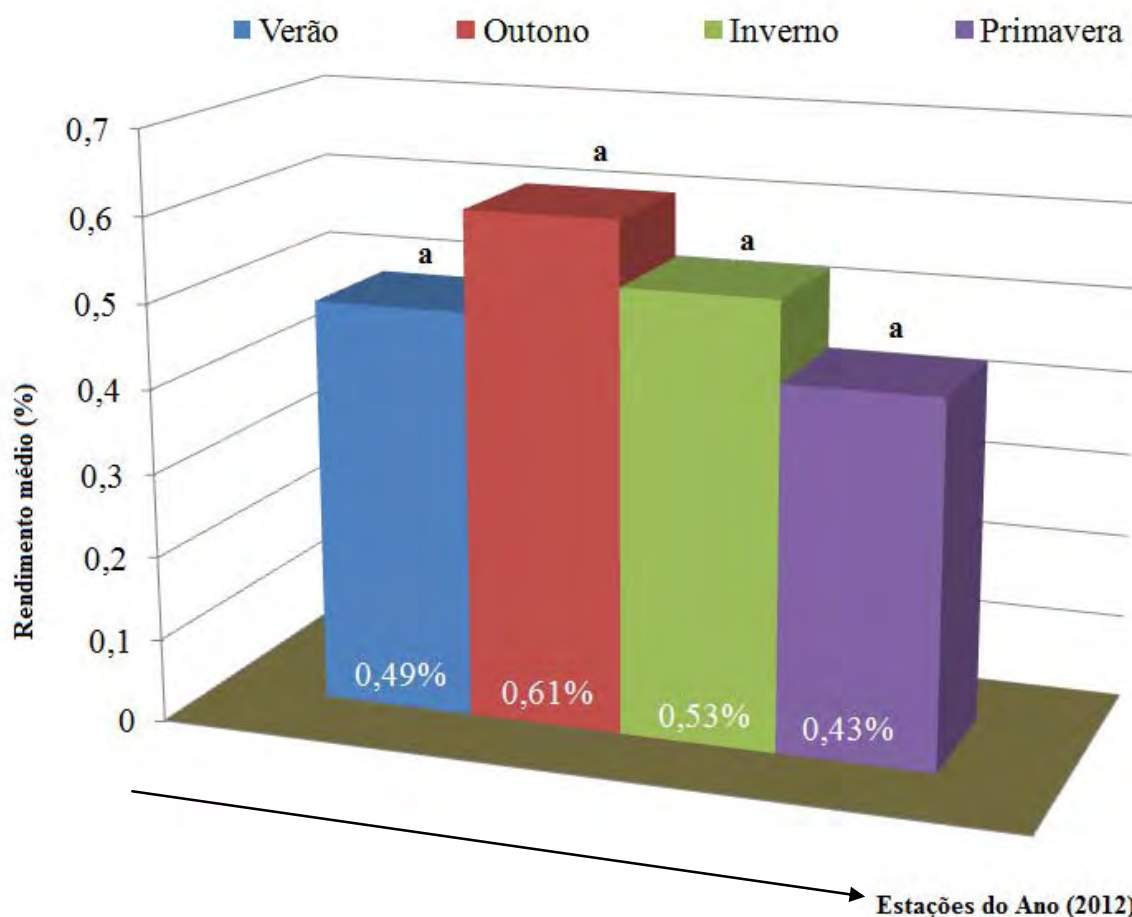


Figura 9. Rendimento médio dos óleos essenciais de *Lychnophora pinaster*, população Serra do Salto, Carrancas – MG, Brasil, 2012, em função da sazonalidade.

Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

6.1.3. População Serra da Arnica, Ingaí – MG

Diferente das populações Serra Branca e Serra do Salto (do município de Carrancas), em Serra da Arnica (do município de Ingaí) constatou-se que a sazonalidade exerceu influência significativa no rendimento médio de óleo essencial (Figura 10).

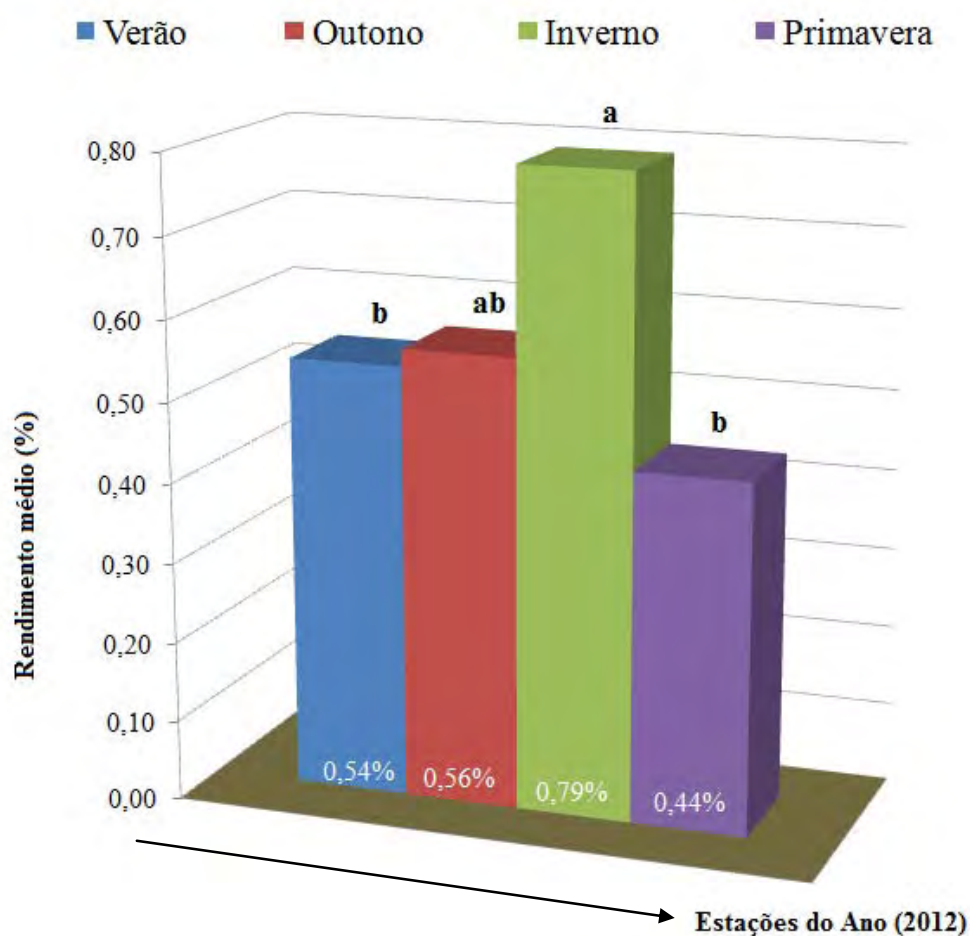


Figura 10. Rendimento médio dos óleos essenciais de *Lychnophora pinaster*, população Serra da Arnica, Ingaí – MG, Brasil, 2012, em função da sazonalidade.

Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No inverno, o rendimento médio do óleo essencial coletado (0,79%) foi significativamente superior quando comparado com os obtidos nas estações do verão:

0,54%, outono: 0,56% e primavera: 0,44%, sendo, portanto, a época mais propícia para a coleta de óleo essencial nesta população (Figura 10).

Serra da Arnica também merece destaque por ter apresentado o maior número de acessos com o rendimento de óleo essencial superior a 0,7% nas quatro estações do ano de 2012, como pode ser constatado na Figura 11.

Os acessos que apresentaram o melhor rendimento no verão foram Pop 304 (0,99%), Pop 321 (0,95%), Pop 314 (0,9%), Pop 310 (0,88%), Pop 301 (0,81%), Pop 311 (0,79%), Pop 309 (0,73%) e Pop 313 (0,71%). No outono, continuaram se destacando Pop 301 (1,23%), Pop 310 (1,03%), Pop 321 (0,95%), e Pop 313 (0,9%) além dos acessos Pop 322 (0,98%), Pop 306 (0,91%), Pop 312 (0,89%) e Pop 307 (0,71%) (Figura 11).

Todos os acessos citados no outono, com exceção de Pop 312, apresentaram bom rendimento no inverno, além, do número de acessos que se destacaram quase ter dobrado nesta estação: Pop 314 (1,41%), Pop 303 (1,17%), Pop 317 (1,13%), Pop 309 (1,08%), Pop 302 (1,03%), Pop 304 (1,0%), Pop 318 (0,94%) e Pop 324 (0,77%) (Figura 11).

O número de acessos com o rendimento de óleo essencial acima de 0,7% diminuiu na primavera. Dos 15 acessos que se destacaram no inverno, somente cinco mantiveram este percentual: Pop 301 (0,85%), Pop 313 (0,84%), Pop 304 (0,77%), Pop 321 (0,75%) e Pop 311 (0,7%) (Figura 11).

Observou-se que os acessos Pop 301, Pop 304 e Pop 313 foram os únicos que apresentaram rendimentos superiores a 0,7% em todas as estações do ano (Figura 11), sendo, portanto, os mais indicados para uma pré-seleção para a obtenção de óleo essencial desta população em caso de manejo na área de origem.

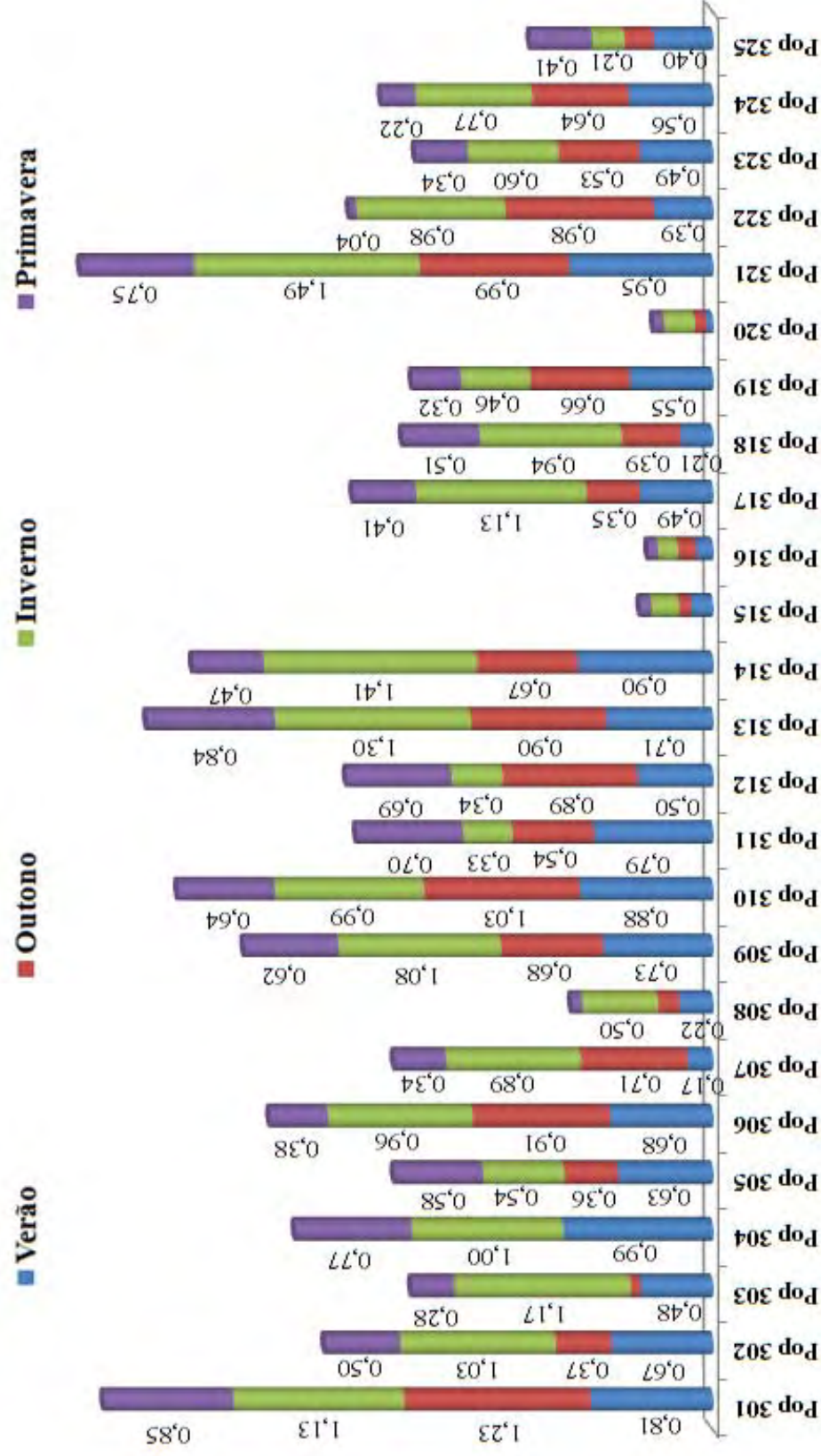


Figura 11. Rendimento dos óleos essenciais (%) dos acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra da Arnica, Ingaí-MG, Brasil, 2012, em função da sazonalidade.

6.2. Rendimento Médio dos Óleos Essenciais entre as Populações de *Lychnophora pinaster*

As três populações de *L. pinaster* (Serra Branca, Serra do Salto e Serra da Armica) amostradas apresentaram acessos que se sobressaíram quanto ao rendimento de óleo essencial, com porcentagens superiores a 0,7%, conforme discutido no item 6.1. constatou-se, também, diferenças significativas em relação ao rendimento médio de óleos essenciais entre as populações.

Ao comparar o rendimento médio dos óleos essenciais das três populações de *L. pinaster* (Tabela 1) observou-se que, no verão, outono e na primavera as populações Serra do Salto e Serra da Arnica apresentaram os melhores rendimentos médios e no inverno, Serra da Arnica se destacou. Em todas as estações do ano, a população Serra Branca mostrou-se com o menor rendimento médio de óleo essencial.

Tabela 1. Comparação do rendimento médio (%) dos óleos essenciais entre as populações Serra Branca (Pop1), Serra do Salto (Pop 2) e Serra da Arnica (Pop3)

População	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Pop 1	0,18 b	0,19 b	0,17 c	0,12 b
Pop 2	0,49 a	0,61 a	0,53 b	0,43 a
Pop 3	0,54 a	0,56 a	0,79 a	0,44 a

*médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

É importante ressaltar que tais variações observadas podem estar relacionadas a fatores genéticos e, também, com o tipo de solo, altitude, estresse hídrico, luz, deficiência de nutrientes, temperaturas extremas, poluição, composição atmosférica, índice pluviométrico, ritmo circadiano e pela presença ou ausência de organismos patogênicos (GOBBO-NETO e LOPES, 2007).

Embora escassos, trabalhos que contemplaram a influência de variáveis ambientais no rendimento dos óleos essenciais de representantes de *Lychnophora*

foram realizados. Costa et al. (2008) avaliaram a variação estacional do óleo essencial de *L. ericoides* em função da época de coleta e localidade. Amostras das folhas de *L. ericoides* foram coletadas nos municípios de Vianópolis e Cristalina, Estado de Goiás. Os autores observaram que os rendimentos de óleo essencial da espécie vegetal não diferiram significativamente entre as épocas de coleta em Vianópolis e diferiram em Cristalina, tendo neste último município registrado o ápice de rendimento de óleo essencial em setembro de 2001 (1,89%).

Estes resultados corroboram com os obtidos no atual estudo, onde foi constatado que a produção de óleo essencial das populações de *L. pinaster* coletadas no município de Carrancas tendeu a não sofrer interferência significativa da sazonalidade (Figuras 7 e 9), enquanto que a produção de óleo essencial da população amostrada no município de Ingaí tendeu a ser influenciada, com o ápice de produção no mês de setembro, data que correspondeu à estação de inverno, sendo, portanto, a época mais propícia para a coleta das plantas nesta região.

Trabalho realizado por Reis et al. (2010) avaliou a variação sazonal do óleo essencial das folhas de *L. pinaster* em campo experimental (Lavras – MG). Os autores verificaram diferenças significativas na produção de óleo essencial em relação às estações do ano de 2004, com os maiores rendimentos de óleo essencial no outono (0,57%), inverno (0,57%) e primavera (0,51%) e, o menor no verão (0,29%). Com base nestas informações, observa-se tendência destas espécies (*L. pinaster* e *L. ericoides*) a uma maior produção de óleo essencial entre as estações de outono e inverno.

6.3. Caracterização Química dos Óleos Essenciais das Populações de *Lychnophora pinaster* amostradas

Nos óleos essenciais dos 75 acessos de *L. pinaster* amostrados foram identificadas 14 substâncias pertencentes às classes dos fenilpropanóides, sesquiterpenos e monoterpenos. Um derivado benzênico também foi identificado, como demonstrado na Figura 12.

Em todas as estações do ano de 2012 observou-se como substâncias majoritárias dos óleos essenciais das três populações estudadas, o fenilpropanóide *trans*-cinamato de metila e o sesquiterpeno *trans*-cariofileno. Além das substâncias majoritárias, os óleos essenciais para todas as populações se mostraram constituídos pela mistura dos sesquiterpenos *alfa*-humuleno, óxido de cariofileno e cedr-8-(15)-en-9-*alfa*-ol, dos monoterpenos *alfa*-pineno e *beta*-pineno, do fenilpropanóide *cis*-cinamato de metila e do benzaldeído.

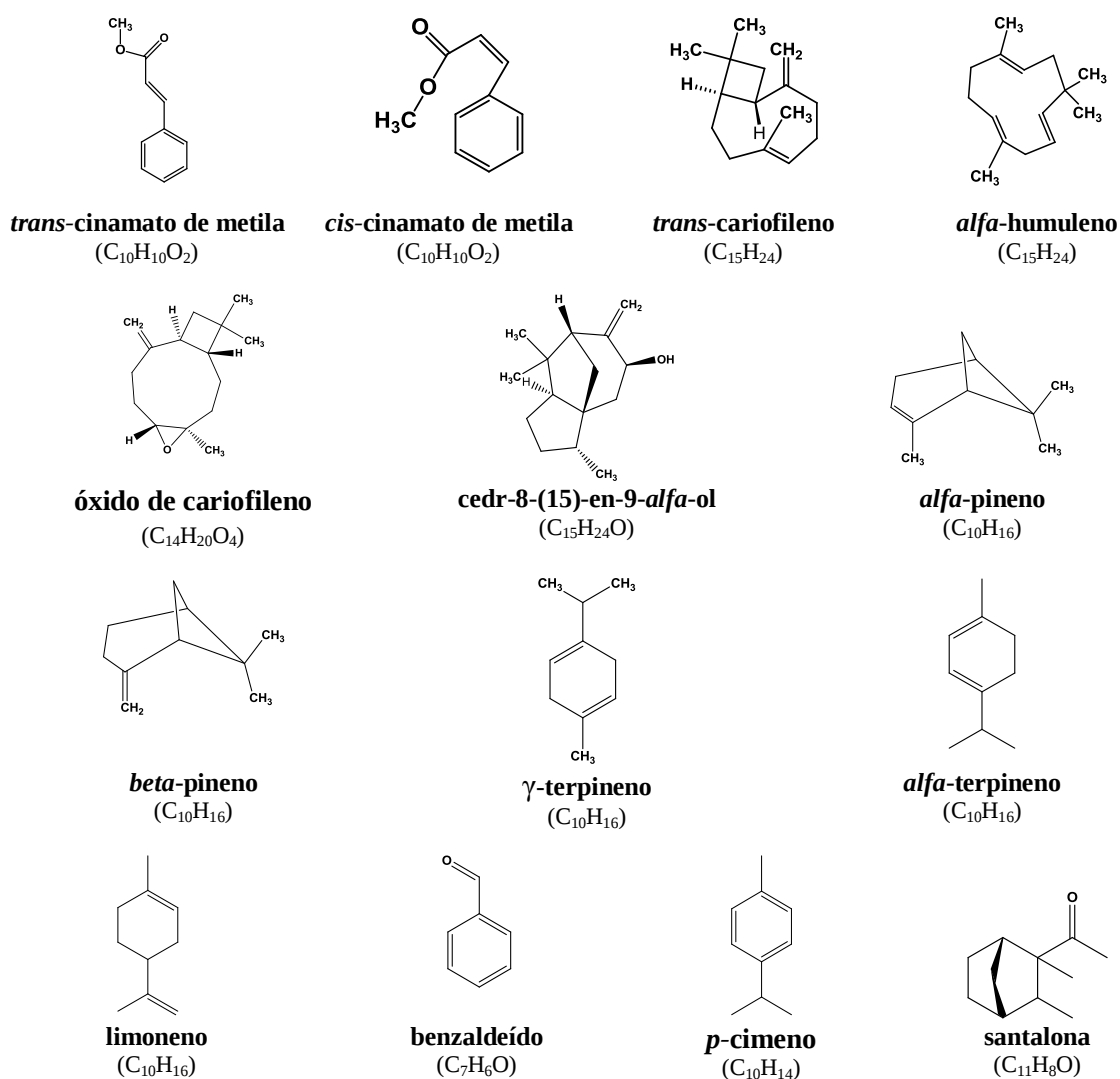


Figura 12. Estrutura química das substâncias identificadas nos óleos essenciais dos 75 acessos de *Lychnophora pinaster* estudados.

Observou-se que as proporções relativas médias destas substâncias variaram significativamente dentro e entre as populações, dependendo da estação do ano. Levando em conta o perfil químico dos óleos essenciais das três populações estudadas foi possível constatar pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica (CAH) que as mesmas foram divididas em dois grupos distintos, o grupo G1 composto pela população Serra do Salto (de Carrancas) e Serra da Arnica (de Ingaí) e o grupo G2 pela população Serra Branca (de Carrancas) (Figura 13), o que indica uma maior similaridade química entre as populações pertencentes ao grupo G1, quando comparadas a população inserida no grupo G2.

Um pressuposto é que, possivelmente, a similaridade da composição química dos óleos essenciais observada entre Serra do Salto e Serra da Arnica esteja relacionada à similaridade apresentada quanto as características químicas de solo destas regiões (Tabela 2 e Figura 14), o que também, possivelmente, se aplica ao rendimento dos óleos essenciais, como anteriormente citado (Tabela 1).

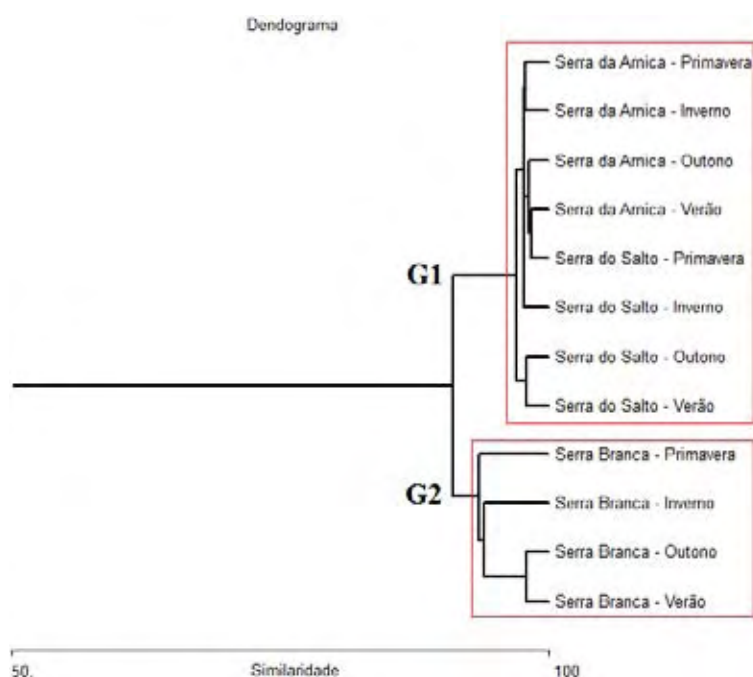


Figura 13. Dendrograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica (CAH) para as populações Serra Branca e Serra do Salto, Carrancas – MG e Serra da Arnica, Ingaí – MG, levando em conta a proporção relativa média das substâncias identificadas nos óleos essenciais em função da sazonalidade.

Tabela 2. Análise química dos solos coletados em Carrancas, populações Serra Branca (Pop 1) e Serra do Salto (Pop 2), e em Ingaí, população Serra da Arnica (Pop 3), Estado de Minas Gerais, Brasil, 2012.

Pops	pH	M.O	P resina	Al ³⁺	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	mmol/dm ³									mg/dm ³		
Pop 1	4,1 a	19,0 a	2,5 a	5,9 a	0,9 a	3,8 a	1,1 a	5,9 a	34,9 a	19,3 a	0,33 a	0,14 b	23,4 b	3,6 a	0,26 a
Pop 2	3,9 a	22,2 a	2,4 a	9,4 a	0,9 a	3,3 a	1,0 a	5,4 a	44,1 a	12,6 a	0,34 a	0,39 a	57,4 ab	1,6 b	0,16 a
Pop 3	4,0 a	20,5 a	1,9 a	8,5 a	0,6 b	2,9 a	0,8 a	4,6 a	34,0 a	15,6 a	0,34 a	0,10 b	85,7 a	0,6 b	0,17 a

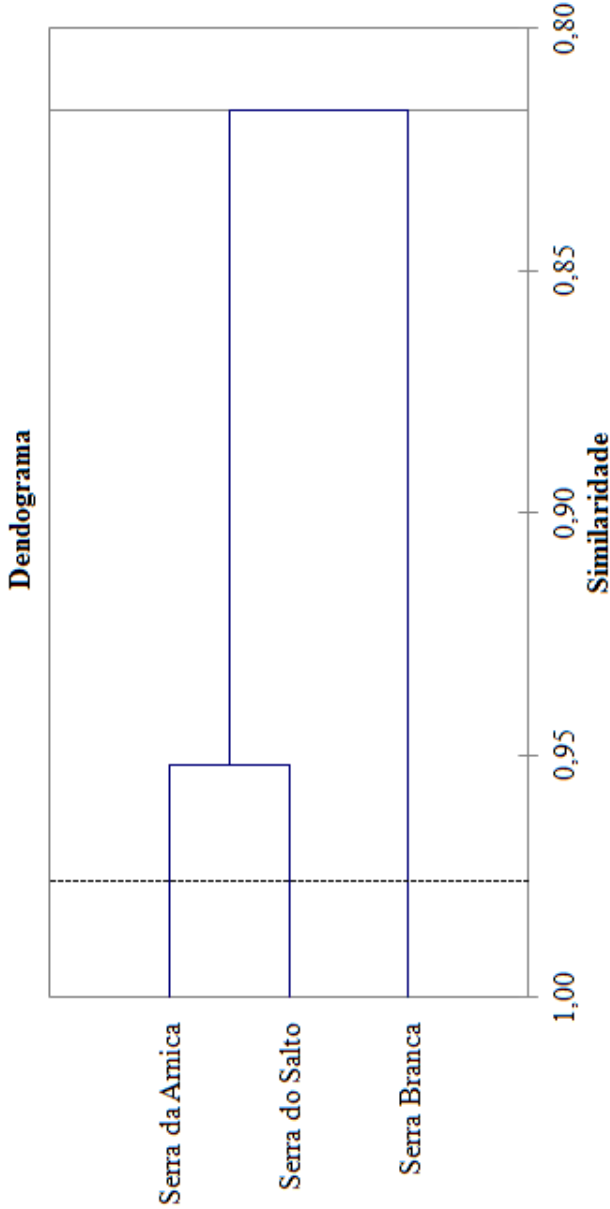


Figura 14. Dendrograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica (CAH) para as populações de *Lychnophora pinaster* (Serra Branca, Serra do Salto e Serra da Arnica), Estado de Minas Gerais, levando em conta as características químicas dos solos.

6.3.1. Análise Comparativa da Composição Química Média dos Óleos Essenciais das Populações de *Lychnophora pinaster* em Função da Sazonalidade

Para efeito do estudo comparativo da composição química dos óleos essenciais das três populações de *L. pinaster* em função da sazonalidade, das 14 substâncias identificadas, selecionou-se aquelas cuja proporção relativa média foi superior a 1% em pelo menos uma das populações, totalizando 8 substâncias, as quais estão descritas na Tabela 3.

Pelo teste de Tukey foi possível constatar que as populações de *L. pinaster*, quando comparadas entre si, apresentaram comportamentos distintos. Em todas as estações do ano o óleo essencial da população Serra Branca apresentou a maior proporção relativa média de *trans*-cariofileno, *alfa*-humuleno, óxido de cariofileno e cedr-8-(15)-en-9-*alfa*-ol e o da população Serra do Salto a maior proporção relativa média de *beta*-pineno e *alfa*-pineno (Tabela 3). Os óleos essenciais das populações Serra da Arnica e Serra do Salto apresentaram no verão, outono e no inverno a maior proporção relativa média de *trans*-cinamato de metila, ao passo que na primavera somente o óleo essencial da população Serra da Arnica apresentou a maior proporção relativa média de *trans*-cinamato de metila (Tabelas 3).

Outro detalhe que merece destaque é a drástica redução da proporção relativa média de *cis*-cinamato de metila que ocorreu no óleo essencial da população Serra Branca ao longo das estações do ano de 2012. Isto é visível, principalmente, a partir do inverno (verão: 2,13%, outono: 2,07%, inverno: 0,14%, primavera: 0,34%) (Tabela 3).

Pela Análise de Componentes Principais (ACP) as oito substâncias selecionadas representaram 84,93% da variação total nos primeiros componentes principais, sendo 61,14% para o eixo D1 e 23,79% para o eixo D2 (Figura 15). Este valor indica que a representação da diversidade química dos acessos coletados pode ser feita com base nestes dois componentes.

Tabela 3. Composição química média (%) dos óleos essenciais de folhas das populações Serra Branca (Pop 1) e Serra do Salto (Pop 2) de Carrancas - MG e Serra da Armica (Pop 3) de Ingaí – MG, em função da sazonalidade.

Substância	Verão			Outono			Inverno		
	Pop 1	Pop 2	Pop 3	Pop 1	Pop 2	Pop 3	Pop 1	Pop 2	Pop 3
<i>trans</i> -cinamato de metila	57,17 b	71,44 a	74,71 a	59,47 b	72,12 a	72,85 a	66,31 b	77,95 a	80,18 a
<i>trans</i> -cariofileno	17,08 a	14,25 ab	13,17 b	17,52 a	12,35 b	14,07 b	16,01 a	11,32 b	11,93 b
<i>alfa</i> -humuleno	4,89 a	4,12 ab	3,77 b	4,88 a	3,57 b	3,99 b	4,64 a	3,66 b	3,53 b
óxido de cariofileno	5,76 a	1,35 b	1,36 b	4,79 a	1,65 b	1,18 c	5,19 a	1,99 b	1,33 b
<i>beta</i> -pineno	0,76 b	2,76 a	1,38 b	0,75 c	2,85 a	1,32 b	0,48 b	1,15 a	0,96 a
<i>cis</i> -cinamato de metila	2,13 a	0,44 b	1,13 b	2,07 a	0,55 c	1,23 b	0,14 c	0,62 b	1,12 a
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	2,73 a	0,39 b	0,59 b	2,65 a	0,80 b	0,78 b	2,60 a	0,50 b	0,43 b
<i>alfa</i> -pineno	0,53 b	1,93 a	0,70 b	0,46 b	2,03 a	0,57 b	0,36 b	0,81 a	0,49 b
TOTAL	91,05	96,68	96,81	92,59	95,92	95,99	95,73	98,00	99,97

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 3. Continuação.

Substância	Primavera		
	Pop 1	Pop 2	Pop 3
<i>trans</i> -cinamato de metila	56,03 c	75,09 b	79,49 a
<i>trans</i> -cariofileno	23,10 a	12,28 b	9,81 c
<i>alfa</i> -humuleno	6,70 a	3,66 b	2,94 c
óxido de cariofileno	5,32 a	2,05 b	1,60 b
<i>beta</i> -pineno	0,99 b	1,44 a	0,81 b
<i>cis</i> -cinamato de metila	0,34 b	0,50 b	1,55 a
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	1,98 a	0,52 b	0,52 b
<i>alfa</i> -pineno	0,51 b	1,05 a	0,48 b
TOTAL	94,97	96,59	97,20

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

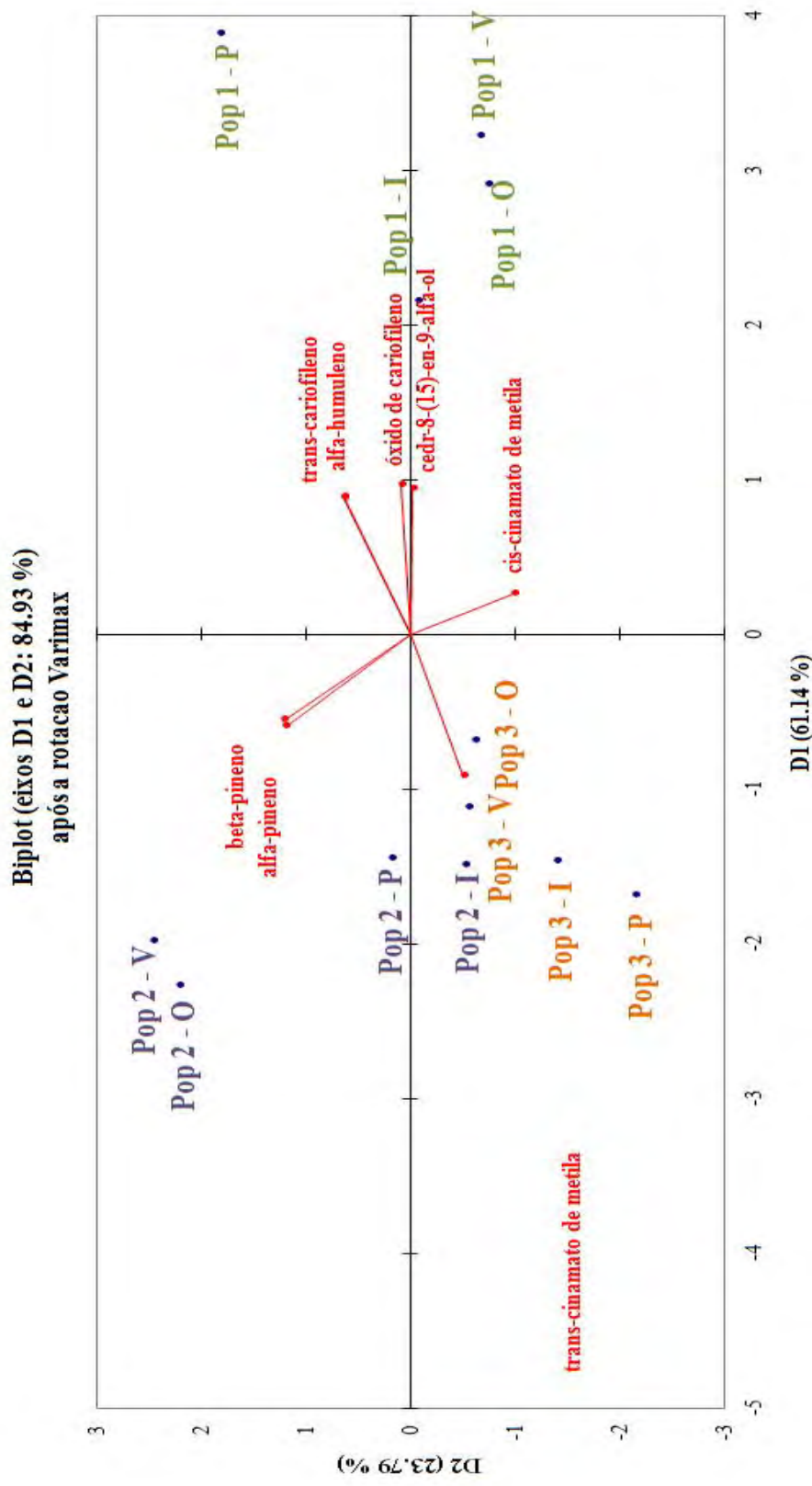


Figura 15. Padrão de divergência química dos óleos essenciais das populações de *Lychophora pinaster*. População Serra Branca (Pop 1) e Serra do Salto (Pop 2), de Carrancas – MG. População Serra da Amica (Pop 3), de Ingaí – MG, amostradas no verão (V), no outono (O), no inverno (I) e na primavera (V), 2012.

O comportamento distinto das populações, citado anteriormente, pode ser também visualizado no gráfico de escores da Figura 15. É possível constatar no verão e no outono, a correlação da população Serra do Salto com o acúmulo de *alfa e beta*-pineno e a correlação da população Serra Branca com o acúmulo de óxido de cariofileno e cedr-8-(15)-en-9-*alfa*-ol. A correlação de Serra Branca com o acúmulo destas duas últimas substâncias também foi observada no inverno. Na primavera, Serra Branca se correlacionou com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno.

Em todas as estações, principalmente no inverno e na primavera, houve correlação de Serra da Arncia com o acúmulo de *trans*-cinamato de metila. Nestas duas estações, também se observou a correlação da população Serra do Salto com o acúmulo desta substância (Figura 15).

Estudo realizado com *Zea mays* L. (milho) por Christie et al. (1994) sobre o impacto do frio intenso na via fenilpropanoídica evidenciou que a abundância de antocianinas e RNAm para as enzimas chaves da via fenilpropanoídica, tais como PAL (fenilalaninaamônia-liase), apresentou forte correlação positiva com a intensidade e duração do frio imposto.

Os fenilpropanóides são derivados da L-fenilalanina pela ação da PAL, que é regulada por fatores ambientais, como o nível nutricional, a luz e infecção por fungos (PERES, 2004). Diante dos resultados expostos por Christie et al. (1994), sugere-se estudos que contemplem o efeito da temperatura na via fenilpropanoídica de *L. pinaster*, para verificar se esta, exerce ou não, influência sobre a biossíntese de *trans*-cinamato de metila.

Não há registros na literatura corrente de estudos que avaliam o efeito da sazonalidade na composição química de populações nativas de *L. pinaster* “*in situ*”. Existem, estudos realizados por Haber (2008) e Reis et al. (2010) que avaliaram o efeito da sazonalidade em plantas de *L. pinaster* cultivadas.

Assim como no atual estudo, Haber (2008) e Reis et al. (2010) constataram, independente da época do ano, a ocorrência de *trans*-cinamato de metila como substância majoritária. Haber (2008) verificou a influência da sazonalidade na proporção relativa dos principais constituintes do óleo essencial de *L. pinaster*, sendo a maior proporção relativa de *trans*-cinamato de metila observada no outono e a de *trans*-cariofileno, no verão.

Reis et al. (2010) identificaram 14 substâncias nos óleos essenciais das plantas de *L. pinaster*. Das substâncias identificadas pelos autores e que foram identificadas nas populações nativas utilizadas no atual estudo, constam, além da majoritária, o *alfa*-humuleno e o óxido de cariofileno. As demais substâncias identificadas por Reis et al. (2010) foram o *beta*-cariofileno, germacreno - D, epi-longipinanol, guaíol, epóxido iso-aromadendreno, cariofila-4(14),8(15)-dien-5-*alfa*-ol, cariofila-4(14),8(15)-dien-5-*beta*-ol, *alfa*-cadinol e *p*-metoxicinamato de metila.

Estudando populações nativas de *L. pinaster*, Haber (2008) verificou que houve influência do ambiente na expressão de fenótipos químicos dos óleos essenciais. O autor constatou que uma população amostrada no município de Lavras (Minas Gerais) apresentou como substância majoritária o cedr-8(15)-en-9-*alfa*-ol, enquanto outra população amostrada no mesmo município, apresentou como substâncias majoritárias o *trans*-cinamato de metila e o *trans*-cariofileno. A maior proporção relativa média de cedr-8(15)-en-9-*alfa*-ol registrada nos óleos essenciais dos acessos de *L. pinaster* amostrados no estudo de Haber (2008) foi de 25,22% , enquanto no atual estudo, a maior proporção relativa média foi de 2,73%, para a população Serra Branca (Tabela 3).

Por outro lado, estudos prévios realizados com duas populações nativas de *L. pinaster* amostradas nas proximidades do município de Montes Claros, norte do Estado de Minas Gerais, também demonstraram divergências na composição química dos óleos essenciais da espécie, uma vez que não foi identificada substâncias pertencentes à classe dos fenilpropanóides e o sesquiterpeno cedr-8(15)-en-9-*alfa*-ol (VIEIRA, 2012).

Estes resultados reforçam as afirmações de Allendorf e Luikart (2007), os autores citam que em alguns casos, diferenças fenotípicas entre populações podem ser resultados de condições ambientais específicas. Haber (2008), inclusive, explana sobre as hipóteses de que o metabolismo especializado de *L. pinaster* possa ser influenciado fortemente pelas condições edafoclimáticas de origem de cada população, ou pela expressão diferencial de genes em ambientes distintos, uma vez que estudos genéticos realizados pela autora demonstraram similaridade genética entre as populações amostradas.

6.4. Composição Química dos Óleos Essenciais dos Acessos das Populações de *Lychnophora pinaster* em Função da Sazonalidade

Todos os acessos das três populações de *L. pinaster* estudadas apresentaram o *trans*-cinamato de metila e o *trans*-cariofileno como substâncias majoritárias. Ficou evidente o comportamento fenotípico diferencial dos mesmos frente às mudanças de estação, o que pode ser reflexo do estágio fenotípico ou genótipo de cada acesso, ou mesmo, da interação da sua constituição genética com o ambiente.

Alguns exemplos são as variações observadas das proporções relativas de *trans*-cinamato de metila, *trans*-cariofileno, *alfa*-humuleno e óxido de cariofileno no óleo essencial dos acessos da população Serra Branca, no verão (Tabela 4).

A proporção relativa de *trans*-cinamato de metila variou entre 73,33% (acesso Pop 119) e 36,2% (acesso Pop 103). A de *trans*-cariofileno entre 24,73% (acesso Pop 113) e 9,47% (acesso Pop 107). A de *alfa*-humuleno entre 7,11 % (acesso Pop 113) e 2,73% (Pop 107) e, a de óxido de cariofileno entre 11,74% (acesso Pop 103) e 1,18% (Pop 119) (Tabela 04). O mesmo pode ser observado nas demais estações e para as demais populações, como destacado nas Tabelas 04 até 15.

Tabela 4. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra Branca (Pop 1), verão de 2012, Carrancas, Minas Gerais, Brasil.

Substância	Pop 101	Pop 102	Pop 103	Pop 104	Pop 105	Pop 106	Pop 107	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	tr	tr	nc	nc	tr	0,35 ghij	nc	932	939
benzaldeído	tr	0,61 ab	tr	nc	0,29 cdefg	tr	nc	955	960
<i>beta</i> -pineno	tr	tr	tr	nc	tr	0,78 h	tr	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	nc	nc	tr	tr	nc	1015	1017
p-cimeno	tr	tr	tr	nc	tr	tr	nc	1022	1024
limoneno	tr	tr	tr	nc	tr	tr	nc	1027	1029
γ -terpineno	tr	tr	tr	nc	tr	tr	tr	1056	1059
santalona	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0,37 f	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,83 kl	0,91 jkl	tr	tr	0,70 klm	4,21 b	4,40 b	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	43,07 l	53,03 ij	36,2 m	38,22 m	59,04 efg	60,19 ef	64,86 c	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	23,97 abc	17,38 e	21,0 cd	20,65 d	12,12 j	14,50 fgh	9,47 k	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	6,40 b	5,08 c	6,19 b	6,77 ab	3,35 ij	3,92ghi	2,73 k	1452	1454
óxido de cariofileno	8,11 b	6,46 cd	11,74 a	10,91 a	6,12 d	4,39 fg	8,00 b	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	5,44 c	3,56 d	6,64 b	7,71 a	4,09 d	4,24d	2,46 ef g	1636	1644
Total identificado	86,80	87,03	81,76	84,26	85,72	93,31	92,23		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 4. ContinuaçãoO...

substância	Pop 108	Pop 109	Pop 110	Pop 111	Pop 112	Pop 113	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,27 ij	0,24 ij	1,2 c	1,49 b	0,79 ef	1,31 bc	932	939
benzaldeído	tr	0,31 cdef	0,40 bcd	tr	0,10 fghi	0,41 bcd	955	960
<i>beta</i> -pineno	0,25 j	0,16 jk	1,53 e	2,64 a	1,00 g	1,99 c	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	tr	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	tr	tr	0,41 c	0,37 cd	tr	0,76 a	1022	1024
limoneno	tr	0,1 ghi	0,58 b	0,47 bc	0,49 bc	0,74 a	1027	1029
γ -terpineno	0,24 efg	0,17 fgh	0,44 cd	0,26 efg	0,10 ghi	0,81 a	1056	1059
santalona	0,54 bcde	0,41 def	0,82 a	0,60 b	0,4 def	0,99 a	1180	1175
<i>cis</i> -cinamato de metila	0,79 kl	3,54 c	3,29 cd	2,12 gh	1,60 hi	0,98 jk	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	55,32 hij	63,34 cd	64,84 c	49,51 lk	69,48 b	48,79 k	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	22,04 bcd	16,51 efg	12,18 ij	23,43 ab	13,38 hij	24,73 a	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	6,50 ab	4,7 cdef	3,39 ij	6,36 b	3,70 hij	7,11 a	1452	1454
óxido de cariofileno	6,50 cd	4,25 g	4,04 g	5,58 def	3,6 g	4,73 efg	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	1,63 hi	1,95 fgh	1,92 fgh	1,96 fgh	1,70 h	1,85 fgh	1636	1644
Total identificado	96,49	96,80	96,89	95,82	96,56	96,00		

**Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

*** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$)

****IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 4. Continuação...

Substância	Pop 114	Pop 115	Pop 116	Pop 117	Pop 118	Pop 119	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,93 de	0,51 gh	0,98 d	0,48 gh	0,53 g	1,72 a	932	939
benzaldeído	tr	0,26 cdefgh	0,15e fghi	0,45 bc	tr	tr	955	960
<i>beta</i> -pineno	1,72 d	1,23f	1,91 c	0,96 g	0,43 i	2,26 b	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	tr	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	0,53 b	tr	tr	tr	0,39 c	0,18 e	1022	1024
limoneno	0,24	tr	0,14 fgh	tr	0,29 de	0,46 bc	1027	1029
γ -terpineno	0,37 cde	tr	tr	tr	0,5 bc	0,38 cde	1056	1059
santalona	0,59 bc	tr	tr	0,42 cdef	0,59 bc	0,46 bcdef	1180	1175
<i>cis</i> -cinamato de metila	2,42 fg	1,65hi	0,50 klmn	2,90 def	2,59 efg	0,19 mn	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	58,85 efg	64,81c	68,40 b	52,98 j	57,89 fgh	73,33 a	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	17,73 e	14,35ghi	17,08 e	17,52 e	21,27 bcd	13,24 hij	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	4,94 cde	4,16fgh	4,95 cde	5,02 cd	6,28 b	3,94 ghi	1452	1454
óxido de cariofileno	4,40 fg	5,88de	2,07 h	7,56 bc	3,61 g	1,18 h	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	2,09 efgh	1,78 gh	0,89 j	3,58 d	1,79 gh	0,59 j	1636	1644
Total identificado	96,11	95,33	97,87	93,14	96,9	98,14		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 4. Continuação...

Substância	Pop 120	Pop 121	Pop 122	Pop 123	Pop 124	Pop 125	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,19 jk	0,40 ghi	0,51 gh	0,72 f	0,34 hij	tr	932	939
benzaldeído	0,34 cde	0,58 ab	0,34 cde	0,09 ghi	0,69 a	0,22 defghi	955	960
<i>beta</i> -pineno	0,11 jk	0,18 jk	0,93 gh	0,43 i	0,28 ij	tr	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	0,15 a	0,04 ab	tr	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	0,30 d	0,40 c	tr	0,39 c	0,57 b	0,41 c	1022	1024
limoneno	0,16 efg	0,49 bc	tr	0,42 cd	tr	tr	1027	1029
γ -terpineno	0,23 efg	0,28 def	tr	0,65 b	0,38 cde	tr	1056	1059
santalona	0,37 ef	0,55 bcd	tr	0,91 a	0,62 b	0,14 g	1180	1175
cis-cinamato de metila	5,86 a	1,38 ij	3,06 cde	0,39 lmn	5,61 a	3,42 cd	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	55,8 1hi	56,84 gh	58,02 fgh	61,40 de	57,29 gh	57,78 fgh	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	13,32 hij	12,17 j	16,61 ef	21,93 bcd	15,63 efg	15,94 efg	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	3,62 hij	3,26 jk	4,61 cdef	6,54 ab	4,36 efg	4,47 defg	1452	1454
óxido de cariofileno	6,62 cd	7,34 bc	6,39 cd	2,10h	4,45 fg	8,14 b	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	2,50 ef	2,67 e	2,28 efgh	0,98 ij	2,18 efgh	1,88 fgh	1636	1644
Total identificado	91,33	90,29	94,98	98,05	96,97	94,97		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 5. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra Branca (Pop 1), outono de 2012, Carrancas, Minas Gerais, Brasil.

Substância	Pop 101	Pop 102	Pop 103	Pop 104	Pop 105	Pop 106	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	nc	1,15 b	tr	nd	0,28 h	0,14 i	932	939
benzaldeído	1,11 ab	1,39 a	tr	0,68 c	0,12 f	tr	955	960
<i>beta</i> -pineno	tr	2,12 b	tr	tr	0,11 kl	0,47 h	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	0,03	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	tr	0,48 bcd	tr	tr	0,31 fg	tr	1022	1024
limoneno	tr	0,15 cde	tr	tr	tr	tr	1027	1029
γ -terpineno	tr	0,47 bc	tr	tr	0,35 cdefg	tr	1056	1059
santalona	nd	1,17 a	0,21 ij	tr	0,46 ef	tr	1180	1175
<i>cis</i> -cinamato de metila	4,31 b	1,51 efg	0,44 ij	2,68 c	2,21 cde	2,58 cd	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	55,15 ij	47,78 no	68,56 bc	53,10 jklm	50,67 lmn	67,97 bcd	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	16,38 g	25,26 bc	8,48 n	21,21 de	24,38 c	10,58 lm	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	4,65 hi	6,92 cd	2,78 n	5,50 g	6,53 de	2,85 mn	1452	1454
óxido de cariofileno	7,05 abc	4,16 defgh	7,41 a	5,88 abcde	5,52 abcdef	3,77 efghi	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	3,14 cde	1,71 hijk	2,79 cdefg	3,43 bc	3,10 cdef	4,66 a	1636	1644
Total identificado	94,48	97,19	93,81	94,20	95,34	95,43		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***[IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 5. Continuação...

Substância	Pop 107	Pop 108	Pop 109	Pop 110	Pop 111	Pop 112	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,80 d	0,29 gh	0,09 ij	0,07 ij	1,04 bc	0,62 e	932	939
benzaldeído	0,81 bc	tr	tr	0,18 f	0,17 f	tr	955	960
<i>beta</i> -pineno	1,46 e	0,32 j	0,17 k	0,30 j	1,78 d	1,12 f	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	tr	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	0,21 h	0,20 h	0,16 h	0,20 h	tr	0,24 gh	1022	1024
limoneno	0,15 cde	0,25 bcde	tr	0,33 abc	0,16 cde	0,25 bcde	1027	1029
γ -terpineno	tr	0,42 bcde	0,21 gh	0,19 h	tr	tr	1056	1059
santalona	0,67 c	0,63 cd	0,24 hij	0,37 fgh	0,52 de	0,13 jk	1180	1175
cis-cinamato de metila	3,93 b	1,35 fgh	2,77 c	2,20 cde	1,39 fg	0,67 hij	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	61,53 fg	65,10 de	61,30 fg	67,55 bcd	52,78 jklm	72,77 a	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	13,07 jk	15,83 gh	14,81 ghi	9,65 mn	22,51 d	11,71 kl	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	3,51 kl	4,43 hij	3,97 jk	2,82 n	6,18 ef	3,30 lm	1452	1454
óxido de cariofileno	5,59 abcdef	4,25 defgh	5,02 cdefg	6,12 abcd	3,54 fghi	3,10 ghij	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	2,08 fghij	2,31 defghi	4,69 a	3,20 cd	2,36 defghi	1,90 ghijk	1636	1644
Total identificado	97,36	96,96	96,10	95,67	95,13	97,13		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 5. Continuação...

Substância	Pop 113	Pop 114	Pop 115	Pop 116	Pop 117	Pop 118	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,78 d	0,74 d	0,28 h	0,94 c	tr	0,48 f	932	939
benzaldeído	tr	tr	0,55 cde	0,09 f	0,55 cde	tr	955	960
<i>beta</i> -pineno	1,45 e	1,69 d	0,78 g	1,98 c	0,46 hi	0,34 ij	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	tr	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	0,58 a	0,55 ab	tr	tr	tr	0,46 bcd	1022	1024
limoneno	0,48 a	tr	tr	0,13 cde	tr	0,29 abcd	1027	1029
γ -terpineno	0,56 b	0,34 cdefg	tr	tr	tr	0,44 bcd	1056	1059
santalona	0,69 c	0,44 efg	tr	tr	0,32 ghi	0,57 cde	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,95 ghi	1,18 gh	2,27 cd	0,14 j	tr	2,80 c	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	44,87 o	51,41 klm	61,64 fg	65,48 cde	50,31 mn	54,02 ijkl	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	26,75 b	19,74 ef	16,45 g	20,15 ef	19,53 ef	25,35 bc	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	7,61 b	5,49 g	4,43 hij	5,73 jg	5,38 g	7,26 bc	1452	1454
óxido de cariofileno	5,48 abcdef	6,17 abcd	5,16 bcdefg	1,66 ij	7,28 ab	2,32 hij	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	3,10 cdef	4,34 ab	2,59 cdefgh	1,07 jk	4,85 a	1,62 hijk	1636	1644
Total identificado	95,33	92,09	96,41	98,75	91,87	97,87		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($\text{tr} \leq 0,04$);

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 5. ContinuaçãoO...

Substância	Pop 119	Pop 120	Pop 121	Pop 122	Pop 123	Pop 124	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	1,79 a	tr	0,41 fg	0,36 gh	0,79 d	tr	932	939
benzaldeído	tr	0,62 c	0,61 cd	0,29 def	0,12 f	0,28 ef	955	960
<i>beta</i> -pineno	2,35 a	tr	tr	0,90 g	0,49 h	tr	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	tr	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	0,20 h	0,35 ef	0,48 bcd	tr	0,38 def	0,44 cde	1022	1024
limoneno	0,49 a	tr	tr	tr	0,45 ab	0,07 de	1027	1029
γ -terpineno	0,40 cdef	0,27 fgh	0,29 efgh	tr	0,73 a	0,26 fgh	1056	1059
santalona	0,48 ef	0,52 de	0,65 c	0,18 j	0,87 b	0,51 de	1180	1175
cis-cinamato de metila	tr	5,92 a	2,66 c	2,36 cd	tr	5,29 a	1301	1299
trans-cinamato de metila	69,24 b	59,75 gh	56,90 hi	63,44 ef	54,13 ijk	67,33 bcd	1382	1378
trans-cariofileno	15,64 ghi	14,22 hij	18,51 f	14,99 ghi	28,48 a	10,25 lm	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	4,55 hi	4,07 j	4,87 h	4,18 ij	8,20 a	2,82 n	1452	1454
óxido de cariofileno	1,04 j	6,20 abcd	5,53 abcdef	5,41 abcdef	1,75 ij	4,52 defgh	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,95 k	2,42 cdefghi	2,11 efghij	2,51 cdefghi	0,93 k	2,81 cdefg	1636	1644
Total identificado	98,00	96,78	96,56	97,13	98,88	97,07		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($\text{tr} \leq 0,04$);

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 5. Continuação.

Substância	Pop 125	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,36 gh	932	939
benzaldeído	0,53 cde	955	960
<i>beta</i> -pineno	0,34 ij	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	1015	1017
p-cimeno	0,53 abc	1022	1024
limoneno	tr	1027	1029
γ -terpineno	0,30 defgh	1056	1059
santalona	0,66 c	1180	1175
cis-cinamato de metila	1,95 def	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	63,86 ef	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	14,04 ij	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	4,01 j	1452	1454
óxido de cariofileno	5,78 abcde	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	1,48 ijk	1636	1644
Total identificado	97,89		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$);

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 6. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra Branca (Pop 1), inverno de 2012, Carrancas, Minas Gerais, Brasil.

Substância	Pop 101	Pop 102	Pop 104	Pop 105	Pop 106	Pop 107	Pop 108	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	nc	nc	nc	nc	nc	nc	0,12 efg	932	939
benzaldeído	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	955	960
<i>beta</i> -pineno	nc	nc	nc	nc	nc	nc	0,08 g	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	1015	1017
p-cimeno	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	1022	1024
limoneno	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	1027	1029
γ -terpineno	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	1056	1059
santalona	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	1180	1175
<i>cis</i> -cinamato de metila	nc	nc	tr	nc	nc	tr	tr	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	41,05 k	75,37 abc	80,37 a	70,51 cde	57,85 i	68,00 def	61,87 ghi	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	21,48 b	14,91 efg	9,11 hi	8,61 i	19,24 bcd	13,03 gh	21,06 bc	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	6,26 b	4,38 efg	2,60 j	3,05 hij	5,32 bcde	3,69 ghi	5,97 bc	1452	1454
óxido de cariofileno	10,71 b	4,68 cdefg	3,08 ghi	5,88 cd	3,94 efg	6,49 c	5,21 cde	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	7,30 a	0,04 j	1,88 fghi	3,02 cde	4,76 b	3,62 c	2,14 efg	1636	1644
Total identificado	86,45	100,00	97,08	91,09	91,11	94,87	96,48		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 6. Continuação...

Substância	Pop 111	Pop 112	Pop 113	Pop 114	Pop 115	Pop 116	Pop 117	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,18 defg	nc	1,02 a	0,47 c	0,27 cde	0,39 cd	nc	932	939
benzaldeído	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	955	960
<i>beta</i> -pineno	0,56 de	0,42 ef	1,39 a	0,79 cd	0,57 cde	0,83 bc	0,18 g	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	1015	1017
p-cimeno	nc	nc	tr	tr	nc	nc	nc	1022	1024
limoneno	nc	nc	0,12 a	tr	nc	nc	nc	1027	1029
γ -terpineno	nc	nc	0,12 a	tr	nc	nc	nc	1056	1059
santalona	nc	nc	0,20 a	tr	nc	nc	nc	1180	1175
cis-cinamato de metila	tr	nc	tr	0,64 ab	tr	tr	tr	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	65,30 efgh	62,36 ghi	49,58 j	66,60 defg	68,46 def	71,19 cd	66,36 defg	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	17,94 bcde	18,14 bcde	28,63 a	13,56 fg	17,48 cdef	17,42 cdef	15,49 defg	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	4,95 cde	5,33 bcde	8,15 a	3,75 ghi	4,85 def	5,18 cde	4,34 efg	1452	1454
óxido de cariofileno	5,07 cdef	5,51 cde	5,31 cde	5,07 cdef	3,70 efgh	2,35 hi	5,37 cde	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	2,34 defg	2,84 cdef	2,09 efgh	3,25 cd	1,99 fgh	1,20 hi	3,02 cde	1636	1644
Total identificado	96,38	94,61	96,84	94,24	97,35	98,60	94,74		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 6. Continuação...

Substância	Pop 118	Pop 119	Pop 120	Pop 121	Pop 122	Pop 123	Pop 124	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,30 cde	0,79 b	nc	nc	nc	0,26 cdef	tr	932	939
benzaldeído	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	955	960
<i>beta</i> -pineno	0,25 fg	1,07 b	nc	nc	nc	0,06 g	tr	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	1015	1017
p-cimeno	tr	tr	nc	nc	nc	tr	tr	1022	1024
limoneno	0,06 a	nc	nc	nc	nc	tr	tr	1027	1029
γ -terpineno	0,09	tr	nc	nc	nc	tr	tr	1056	1059
santalona	0,14	tr	nc	nc	nc	0,13 a	tr	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,04	nc	1,22 a	tr	tr	nc	tr	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	64,67 fgh	79,02 ab	58,02 i	74,41 bc	80,36 a	66,31 defg	70,51 cde	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	19,72 bc	11,97 ghi	9,09 hi	13,15 g	8,87 i	20,55 bc	13,96 fg	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	5,88 bcd	3,68 ghi	2,85 hij	3,71 ghi	2,75 ij	6,32 b	3,87 fgh	1452	1454
óxido de cariofileno	3,73 efgh	1,41 i	12,99 a	3,25 fgh	3,80 efgh	2,42 hi	4,08 defgh	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	1,92 fgh	0,85 ij	5,13 b	2,14 efgh	1,48 ghi	1,27 hi	3,20 cd	1636	1644
Total identificado	94,00	98,91	89,30	96,71	97,26	97,41	95,86		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($\text{tr} \leq 0,04$);

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 6. Continuação.

Substância	Pop 125	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,12 efg	932	939
benzaldeído	nc	955	960
<i>beta</i> -pineno	0,08 g	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	nc	1015	1017
p-cimeno	tr	1022	1024
limoneno	tr	1027	1029
γ -terpineno	tr	1056	1059
Santalona	tr	1180	1175
<i>cis</i> -cinamato de metila	tr	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	60,60 hi	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	18,82 bcde	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	5,19 cde	1452	1454
óxido de cariofileno	10,07 b	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	1,81 ghi	1636	1644
Total identificado	96,85		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$);

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 7. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra Branca (Pop 1), primavera de 2012, Carrancas, Minas Gerais, Brasil.

Substância	Pop 101	Pop 102	Pop 104	Pop 105	Pop 106	Pop 107	Pop 108	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	nc	0,12 fg	nc	tr	0,38 def	tr	0,51 de	932	939
benzaldeído	nc	nc	nc	tr	nc	nc	nc	955	960
<i>beta</i> -pineno	nc	0,75 gh	nc	tr	0,96 fg	0,48 j	0,49 ij	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	nc	nc	nc	tr	nc	nc	nc	1015	1017
p-cimeno	nc	nc	nc	tr	nc	nc	tr	1022	1024
limoneno	nc	nc	nc	tr	nc	nc	tr	1027	1029
γ -terpineno	nc	nc	nc	tr	nc	nc	tr	1056	1059
santalona	nc	nc	nc	tr	nc	nc	tr	1180	1175
<i>cis</i> -cinamato de metila	tr	nc	tr	2,24 a	tr	nc	nc	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	43,68 k	46,54 j	59,22 f	54,79 gh	64,87 c	23,02 m	52,01 i	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	26,44 cd	26,33 de	20,95 hi	18,33 jk	18,35 jk	46,55 a	28,90 b	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	7,30 c	7,85 b	6,28 e	5,73 fg	4,95 h	14,46 a	8,39 b	1452	1454
óxido de cariofileno	9,82 b	6,43 d	5,66 ef	7,35 c	4,78 hi	3,17 k	4,27 j	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	5,11 a	2,78 b	2,86 b	2,27 def	2,45 cd	1,29 k	0,60 m	1636	1644
Total identificado	92,35	90,80	94,97	90,83	96,74	88,98	95,30		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq$ tr).

***[IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 7. Continuação...

Substância	Pop 111	Pop 112	Pop 113	Pop 114	Pop 115	Pop 116	Pop 117	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	1,53 a	0,56 cd	0,83 bc	0,11 fg	0,52 de	0,98 b	0,55 d	932	939
benzaldeído	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	955	960
<i>beta</i> -pineno	2,46 a	0,84 fgh	1,35 d	0,71 hi	1,05 ef	1,88 bc	1,25 de	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	nc	nc	tr	nc	nc	nc	tr	1015	1017
p-cimeno	tr	nc	tr	nc	nc	nc	tr	1022	1024
limoneno	tr	tr	tr	nc	nc	nc	tr	1027	1029
γ -terpineno	tr	nc	tr	nc	nc	nc	tr	1056	1059
Santalona	tr	tr	0,28 a	tr	nc	nc	tr	1180	1175
<i>cis</i> -cinamato de metila	tr	nc	tr	tr	tr	nc	tr	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	55,41 gh	65,14 c	47,06 j	52,40 i	63,02 cd	69,77 b	53,81 hi	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	24,16 fg	21,00 hi	28,34 bc	24,61 def	19,62 ij	18,55 jk	25,90 def	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	6,91 cd	6,14 ef	8,27 b	7,04 cd	5,54 g	5,30 gh	7,04 cd	1452	1454
óxido de cariofileno	6,00 e	3,17 k	5,99 e	5,41 fg	4,33 j	2,51 l	5,59 f	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	1,48 jk	0,96 l	2,04 fgh	2,66 bc	1,91 hi	0,27 n	2,33 de	1636	1644
Total identificado	98,07	97,89	94,25	92,99	95,99	99,27	96,60		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 7. Continuação.

Substância	Pop 118	Pop 120	Pop 121	Pop 122	Pop 123	Pop 124	Pop 125	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,26 efg	0,16 fg	nc	1,00 b	1,42 a	0,07 g	nc	932	939
benzaldeído	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	955	960
<i>beta</i> -pineno	0,24 k	0,11 kl	nc	1,73 c	2,06 b	0,07 c	nc	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	nc	nc	nc	nc	nc	nc	1015	1017
p-cimeno	tr	tr	nc	tr	tr	tr	nc	1022	1024
limoneno	tr	tr	nc	tr	0,12 a	tr	nc	1027	1029
γ -terpineno	0,19 a	tr	nc	nc	0,13 a	tr	nc	1056	1059
Santalona	0,24 a	tr	nc	tr	0,14 ab	tr	tr	1180	1175
cis-cinamato de metila	tr	tr	tr	tr	tr	tr	2,10 b	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	60,19 ef	40,43 l	62, 19 de	56,23 g	73,48 a	68,89 b	64,52 c	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	22,37 gh	29,65 b	19,90 ij	24,44 ef	14,05 l	16,86 k	9,90 m	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	6,62 de	8,38 b	5,62 fg	6,99 cd	4,04 i	4,85 h	3,05 j	1452	1454
óxido de cariofileno	4,44 ij	5,65 ef	5,07 gh	4,51 ij	2,40 l	4,16 j	11,01 a	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	1,96 ghi	2,08 efgh	2,63 bc	1,36 k	0,74 lm	2,19 defg	1,71 ij	1636	1644
Total identificado	96,56	86,58	95,41	93,52	98,58	96,75	90,19		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 8. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra do Salto (Pop 2), verão de 2012, Carrancas, Minas Gerais, Brasil.

Substância	Pop 201	Pop 202	Pop 203	Pop 204	Pop 205	Pop 206	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	2,38 cdef	1,37hijkl	0,98 kl	0,81 kl	1,16 ijkl	0,75 kl	932	939
benzaldeído	0,17 ab	nc	0,17 ab	0,19 ab	0,12 ab	0,09 b	955	960
<i>beta</i> -pineno	3,02 b	1,79 e	1,79 e	0,66 f	1,33 ef	0,65 f	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	0,10 def	nc	nc	0,16 b	tr	0,14 bcd	1015	1017
p-cimeno	0,29 cd	0,15 ghij	0,08 kl	0,31 c	0,19 fghi	0,3 c	1022	1024
limoneno	0,48 def	0,28 h	0,24 hi	0,38 fg	0,27 hi	0,42 ef	1027	1029
γ -terpineno	0,52 def	0,25 lmno	0,15 no	0,68 bc	0,27 jklm	0,71 bc	1056	1059
santalona	0,59 efgh	0,13 k	0,16 k	0,77 cde	0,38 ij	0,86 ab	1180	1175
<i>cis</i> -cinamato de metila	0,76 abc	nc	0,47 bcdef	0,75 abcd	0,85 ab	0,38 cdefg	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	61,95 l	75,25 cd	81,57 a	77,58 bc	79,74 ab	82,14 a	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	21,22 bc	15,28 f	7,97 l	11,66 ij	10,27 jk	8,53 kl	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	5,95 b	4,18 de	2,34 j	3,39 fgh	2,98 hi	2,44 ij	1452	1454
óxido de cariofileno	1,15 hijkl	1,07 ijkl	1,69 bcd	1,21 fghijk	1,12 hijkl	0,91 jklm	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,15 ef	tr	0,93 ab	0,24 cdef	0,34 cdef	0,14 ef	1636	1644
Total identificado	98,96	99,99	98,59	99,19	99,17	98,85		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 8. Continuação...

Substância	Pop 207	Pop 208	Pop 209	Pop 210	Pop 211	Pop 212	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	3,2 bc	1,69 efghijk	2,04 defghij	1,05 jkl	1,35 hijkl	2,46 cdef	932	939
benzaldeído	0,27 ab	nc	0,14 ab	0,04 b	0,76 a	0,27 ab	955	960
<i>beta</i> -pineno	5,04 a	1,90 de	2,87 bc	1,67 e	3,02 b	3,01 b	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	0,26 a	tr	0,05 fgh	tr	0,7 efg	1015	1017
p-cimeno	0,26 cde	0,65 a	0,29 cd	0,11 jk	0,23 def	0,30 c	1022	1024
limoneno	0,55 bcd	0,81 a	0,46 def	0,24 hi	0,41 ef	0,45 def	1027	1029
γ -terpineno	0,32 jklm	1,30 a	0,38 ghijk	0,25 klmn	0,47 efghi	0,49 efghi	1056	1059
santalona	0,25 jk	1,12 ab	0,65 efg	0,48 ghi	0,67 defg	0,53 fghi	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,58 abcde	tr	tr	0,13 fg	0,40 cdefg	0,63 abcde	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	77,71 bc	62,18 l	82,83 a	66,31 ijk	79,42 ab	63,85 jkl	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	7,48 lm	22,55 ab	5,34 m	20,72 bcd	7,69 l	18,91 de	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	2,14 j	6,40 ab	1,57 k	6,17 b	2,39 j	5,21 c	1452	1454
óxido de cariofileno	0,83 klmn	0,48 n	1,30 defghij	1,73 bc	1,60 cdef	1,42 cdefghi	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	tr	nc	0,30 cdef	0,16 def	0,43 cdef	0,62 abcd	1636	1644
TOTAL (%)	98,62	99,35	98,37	99,69	98,85	98,27		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 8. Continuação...

Substância	Pop 213	Pop 214	Pop 215	Pop 216	Pop 217	Pop 218	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	4,02 ab	0,56 l	1,36 hijkl	2,85 cd	2,07 defghi	1,39 ghijkl	932	939
benzaldeído	0,07 b	0,08 b	0,11 ab	0,14 ab	0,11 ab	0,11 ab	955	960
<i>beta</i> -pineno	5,61 a	0,60 f	1,99 cde	5,26 a	2,86 bcd	2,21 bdce	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	0,09 defg	0,10 cdef	0,05 fgh	0,05 fgh	0,11 bcde	0,11 bcde	1015	1017
p-cimeno	0,16 ghij	0,21 efg	0,17 ghij	0,13 ijk	0,19 fghi	0,08 kl	1022	1024
limoneno	0,46 def	0,30 gh	0,27 hi	0,41 f	0,39 fg	0,28 h	1027	1029
γ -terpineno	0,35 ijklm	0,50 defg	0,37 ghijkl	0,22 mno	0,48 efghi	0,36 hijkl	1056	1059
santalona	0,39 hij	0,93 bc	0,23 jk	0,24 jk	0,55 fghi	0,39 hij	1180	1175
cis-cinamato de metila	nc	0,79 abc	0,53 bcdef	0,26 efg	0,42 cdefg	0,52 bcdef	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	72,50 def	77,19 bc	70,69 fgh	63,54 jkl	74,54 cde	65,19 ijk	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	10,70 ijk	12,51 hi	14,65 fgh	18,25 e	11,86 ij	20,04 cde	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	3,13 gh	3,73 ef	4,47 d	5,09 c	3,50 fgh	6,08 b	1452	1454
óxido de cariofileno	0,63 mn	1,18 ghijkl	2,22 a	0,80 lmn	1,14 hijkl	1,58 cdefg	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,07 f	0,40 cdef	1,05 a	tr	0,35 cdef	0,48 bcdef	1636	1644
TOTAL (%)	98,25	99,12	98,44	97,25	98,57	99,09		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 8. Continuação.

Substância	Pop 219	Pop 220	Pop 221	Pop 222	Pop 223	Pop 224	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	4,25 a	1,48 fghijkl	2,73 cd	2,24 cdefgh	2,55 cde	1,57 efghijk	932	939
benzaldeído	0,33 ab	tr	0,24 ab	0,32 ab	0,15 ab	0,08 b	955	960
<i>beta</i> -pineno	5,21 a	1,99 cde	5,36 a	3,08 b	3,05 b	2,18 bcde	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	0,22 a	0,07 efg	0,15 bc	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	0,49 b	0,12 jk	0,21 efgh	0,15 hij	0,23 def	0,05 l	1022	1024
limoneno	0,83 a	0,24 hi	0,62 b	0,51 cde	0,60 bc	0,17 i	1027	1029
γ -terpineno	0,79 b	0,32 jklm	0,62 cd	0,4 fghij	0,58 cde	0,12 o	1056	1059
santalona	1,15 a	0,25 jk	0,78 cde	0,58 efghi	0,73 cdef	0,08 k	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,15 fg	0,87 ab	0,29 efg	0,32 efg	0,34 defg	0,94 a	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	62,91 kl	68,08 ghi	53,97 m	67,25 hij	71,40 efg	76,79 bc	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	14,4 fgh	18,54 de	24,05 a	14,74 fg	12,69 ghi	11,89 ij	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	4,20 de	5,3 c	6,84 a	4,19 de	3,60 fg	3,54 fg	1452	1454
óxido de cariofileno	2,06 ab	1,52 cdefgh	1,64 cde	2,35 a	1,49 cdefgh	1,24 efghij	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,71 abc	0,28 cdef	0,55 bdce	0,91 ab	0,65 abc	0,42 cdef	1636	1644
TOTAL (%)	97,76	99,08	98,05	97,05	98,06	99,14		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 9. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra do Salto (Pop 2), outono de 2012, Carrancas, Minas Gerais, Brasil.

Substância	Pop 201	Pop 202	Pop 203	Pop 204	Pop 205	Pop 206	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	2,79 cd	3,28 ab	1,80 hij	1,19 m	2,60 de	0,10 o	932	939
benzaldeído	0,12 bcd	0,10 cd	0,11 cd	0,22 abc	0,30 a	nc	955	960
<i>beta</i> -pineno	3,61 def	4,61 c	3,26 fghi	1,05 no	2,61 k	0,11 p	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	tr	0,26 a	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	0,30 cd	0,32 c	0,10 jk	0,49 a	0,29 cd	0,09 kl	1022	1024
Limoneno	0,47 cdefg	0,50 bcdef	0,30 ijk	0,63 ab	0,46 cdefg	0,09 l	1027	1029
γ -terpineno	0,52 de	0,48 efgh	0,27 k	1,05 a	0,45 gh	0,24 k	1056	1059
santalona	0,69 ef	0,68 f	0,25 k	1,45 b	0,57 g	1,16 c	1180	1175
<i>cis</i> -cinamato de metila	0,85 abc	1,01 a	0,37 fghij	0,31 hijk	0,85 abc	0,82 abcd	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	68,58 lm	75,87 cdefg	76,31 cdef	73,22 ghi	71,98 hij	83,32 a	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	13,12 ef	6,66 jk	9,11 hi	12,27 f	12,60 ef	8,34 i	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	3,79 efg	1,97 jk	2,69 h	3,53 g	3,52 g	2,42 hij	1452	1454
óxido de cariofileno	1,67 defg	1,73 cdef	1,73 cdef	1,69 defg	1,39 hijk	1,55 fghi	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,97 cd	0,51 i	0,93 de	0,61 hi	0,55 i	0,56 i	1636	1644
Total identificado	97,50	97,73	97,23	97,98	98,18	98,79		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***[IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 9. Continuação...

Substância	Pop 207	Pop 208	Pop 209	Pop 210	Pop 211	Pop 212	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	3,58 a	1,31 lm	2,26 fg	2,82 cd	2,07 ghi	1,47 klm	932	939
benzaldeído	0,14 abcd	nc	tr	tr	tr	0,07 cd	955	960
<i>beta</i> -pineno	5,23 b	0,82 no	2,89 ijk	3,69 de	3,02 hij	2,02 l	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	0,17 bc	0,13 d	tr	0,06 e	tr	1015	1017
p-cimeno	0,23 ef	0,37 b	0,12 ijk	0,26 de	0,18 fgh	0,16 ghi	1022	1024
limoneno	0,50 bcdef	0,51 bcde	0,36 fghij	0,44 cdefghi	0,37 efghij	0,30 hijk	1027	1029
γ -terpineno	0,28 k	0,82 b	0,46 fgh	0,43 hi	0,44 h	0,36 j	1056	1059
santalona	0,38 j	1,47 ab	0,49 ghi	0,70 ef	0,69 f	0,48 hi	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,93 ab	0,21 ijk	0,12 jk	tr	0,11 jk	0,56 cdefgh	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	74,23 efgh	76,78 cde	55,45 n	79,60 b	77,43 bcd	70,37 jkl	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	7,64 ij	10,43 gh	26,40 a	5,78 k	8,49 i	15,16 cd	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	2,16 ij	2,79 h	7,30 a	1,64 k	2,45 hij	4,23 cde	1452	1454
óxido de cariofileno	1,49 ghij	1,40 hijk	1,60 efgh	1,27 jk	1,31 jk	1,83 bcde	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,77 fg	0,92 de	0,81 efg	0,70 gh	0,62 hi	1,08 bc	1636	1644
Total identificado	97,56	98,02	98,38	97,31	97,24	98,10		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 9. Continuação...

Substância	Pop 213	Pop 214	Pop 215	Pop 216	Pop 217	Pop 218	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	3,11 bc	1,79 ijk	1,85 hij	1,78 ijk	2,41 ef	2,12 fgh	932	939
benzaldeído	0,09 cd	tr	0,22 abc	0,12 bcd	0,10 cd	tr	955	960
<i>beta</i> -pineno	4,47 c	1,51 m	2,61 k	3,19 ghi	3,55 efg	3,39 efgh	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	0,25 a	tr	tr	0,14 d	0,15 cd	1015	1017
p-cimeno	0,14 hij	0,19 fg	0,19 fgh	tr	0,21 ef	0,16 ghi	1022	1024
limoneno	0,37 efghij	0,74 a	0,33 ghijk	0,21 kl	0,45 cdefgh	0,38 efghij	1027	1029
γ -terpineno	0,28 k	0,81 b	0,44 h	0,12 l	0,55 d	0,51 defg	1056	1059
santalona	0,41 ij	1,02 d	0,51 gh	0,17 k	0,73 ef	0,54 gh	1180	1175
cis-cinamato de metila	tr	0,78 abcd	0,50 defghi	0,37 fghij	0,58 cdefgh	0,68 bcdef	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	75,09 defg	73,67 fghi	68,28 lm	68,72 klm	71,38 ijk	66,94 m	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	8,82 i	12,71 ef	14,93 cd	15,73 c	12,66 ef	15,46 cd	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	2,58 hi	3,67 fg	4,35 cd	4,56 cd	3,65 fg	4,67 c	1452	1454
óxido de cariofileno	1,33 ijk	1,17 k	2,05 b	1,85 bcd	1,22 k	2,02 b	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,60 hi	0,49 i	1,14 ab	0,93 de	0,70 gh	0,95 cd	1636	1644
Total identificado	97,30	98,81	97,42	97,75	98,33	97,97		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 9. Continuação...

Substância	Pop 219	Pop 220	Pop 221	Pop 222	Pop 223	Pop 224	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,65 n	1,53 jkl	2,71 de	1,65 jk	2,28 fg	0,68 n	932	939
benzaldeído	tr	tr	0,12 bcd	0,11 cd	0,07cd	0,28 ab	955	960
<i>beta</i> -pineno	1,09 n	2,69 jk	5,83 a	2,55 k	2,75 jk	0,70 o	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	0,16 bdc	tr	tr	0,19 b	1015	1017
p-cimeno	0,20 fg	0,19 fgh	0,22 ef	tr	0,18 fgh	0,49 a	1022	1024
limoneno	0,30 ijk	0,36 efghij	0,53 bcd	0,27 jk	0,41 defghij	0,58 bc	1027	1029
γ -terpineno	0,37 ij	0,49 efgh	0,64 c	0,35 j	0,53 de	0,85 b	1056	1059
santalona	1,10 cd	0,70 ef	0,79 e	0,46 hij	0,68 f	1,55 a	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,76 abcd	0,34 ghijk	0,42 efghij	0,64 bcdefg	0,41 fghij	0,73 abcde	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	75,92 cdefg	76,96 bcde	56,67 n	67,80 lm	72,14 hij	78,63 bc	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	11,81 fg	9,07 hi	21,24 b	15,40 cd	11,87 fg	8,88 hi	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	3,48 g	2,67 h	6,24 b	4,62 c	3,44 g	2,62 hi	1452	1454
óxido de cariofileno	1,81 bcde	1,89 bcd	1,70 defg	2,80 a	1,50 fghij	1,19 k	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,80 efg	0,95 cd	0,62 hi	1,21 a	0,89 def	0,69 gh	1636	1644
Total identificado	98,39	97,85	97,89	97,86	97,44	98,06		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 9. Continuação.

Substância	Pop 225	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	2,83 cd	932	939
benzaldeído	tr	955	960
<i>beta</i> -pineno	3,95 d	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	1015	1017
p-cimeno	0,22 ef	1022	1024
limoneno	0,44 cdefghi	1027	1029
γ -terpineno	0,51 def	1056	1059
santalona	0,52 gh	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,23 ijk	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	67,64 lm	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	14,10 de	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	4,09 def	1452	1454
óxido de cariofileno	1,95 bc	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,95 cd	1636	1644
Total identificado	97,44		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 10. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra do Salto (Pop 2), inverno de 2012, Carrancas, Minas Gerais, Brasil.

Substância	Pop 201	Pop 202	Pop 203	Pop 204	Pop 205	Pop 206	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,60 hi	1,54 b	0,80 f	0,41 kl	0,75 fg	0,32 lm	932	939
benzaldeído	tr	tr	0,06 a	tr	0,04 a	nc	955	960
<i>beta</i> -pineno	0,83 hi	1,95 c	1,19 e	0,61 j	0,80 i	0,29 k	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	nc	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	0,08 de	0,21 a	0,04 gh	0,04 gh	0,09 d	0,13 c	1022	1024
limoneno	0,12 fghi	0,30 bc	0,09 ijk	0,05 jkl	0,14 efghi	0,17 ef	1027	1029
γ -terpineno	0,14 g	0,27 d	0,07 j	0,06 jk	0,14 fg	0,31 c	1056	1059
santalona	0,34 fg	0,51 d	0,17 k	0,36 f	0,26 hi	0,60 c	1180	1175
<i>cis</i> -cinamato de metila	1,17 a	1,05 abc	0,92 abcd	1,15 ab	0,84 bcde	0,47ghij	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	79,53 hij	79,52 hij	77,78 jk	86,00 ab	80,32 hi	85,16 abc	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	10,68 e	8,62 fgh	12,11 d	5,99 j	9,30 f	7,09 i	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	3,27defgh	2,53vghij	3,58 cde	1,95 ij	3,66 cd	2,10 ij	1452	1454
óxido de cariofileno	1,49 fgh	1,75 cdefgh	1,80 cdefgh	1,67 efgh	1,59 efgh	1,80 cdefgh	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,44 bcdef	0,43 bcdef	0,44 bcdef	0,57 abcde	0,48 bcdef	0,42 bcdef	1636	1644
Total identificado	98,69	98,69	99,08	98,85	98,42	98,88		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($\text{tr} \leq 0,04$).

***[IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 10. Continuação...

Substância	Pop 207	Pop 208	Pop 209	Pop 210	Pop 211	Pop 212	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	1,59 b	0,46 jk	0,19 n	0,69 gh	0,76 fg	0,90 e	932	939
benzaldeído	nc	nc	tr	nc	nc	Nc	955	960
<i>beta</i> -pineno	2,44 b	0,38 k	0,29 k	0,96 fg	1,15 e	1,22 e	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	tr	tr	tr	0,03 cd	1015	1017
p-cimeno	0,09 d	0,14 c	tr	tr	0,08 de	0,07 ef	1022	1024
limoneno	0,24 cd	0,18 e	tr	0,11 fghi	0,16 efg	0,14 efghi	1027	1029
γ -terpineno	0,15 fg	0,26 d	0,04 hl	nc	0,18 e	0,18 e	1056	1059
santalona	0,24 ij	0,59 c	0,24 hij	0,42 e	0,37 f	0,36 f	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,88 abcd	0,33 ijkl	0,81 cdef	0,21 jkl	tr	0,67 defgh	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	81,09 gh	82,24 fg	83,13 def	86,89 a	84,17 cde	74,92 l	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	7,10 i	8,76 fgh	7,77 hi	5,31 j	8,15 gh	14,50 c	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	2,12 ij	2,69 efghi	2,61 fghij	1,70 j	2,45 hij	4,29 c	1452	1454
óxido de cariofileno	1,56 fgh	1,80 cdefgh	2,44 bcde	0,95 h	1,34 fgh	1,48 fgh	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,44 bcdef	0,66 abcde	0,85 ab	0,52 abcde	0,34 cdefg	0,40 bcdefg	1636	1644
Total identificado	97,93	98,48	98,37	97,77	99,18	99,15		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 10. Continuação...

Substância	Pop 213	Pop 214	Pop 215	Pop 216	Pop 217	Pop 218	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	1,11 d	1,40 c	0,41 kl	0,94 e	0,24 mn	0,94 e	932	939
benzaldeído	tr	0,04 a	0,05a	nc	nc	nc	955	960
<i>beta</i> -pineno	1,65 d	1,18 e	0,69 j	1,65 d	0,16 l	1,63 d	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	0,20 a	tr	nc	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	tr	0,17 b	tr	tr	0,05 g	0,08 de	1022	1024
limoneno	0,15 efgh	0,42 a	0,06 jkl	0,10 ghij	0,05 jkl	0,20 de	1027	1029
γ -terpineno	0,13 gh	0,67 a	0,09 i	0,06 jk	0,10 hi	0,27 d	1056	1059
santalona	0,22 j	0,83 a	0,33 g	0,10 l	0,64 b	0,32 g	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,38 hijk	0,61 defghi	1,20 a	0,19 kl	0,49fghijk	0,48 fghijk	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	82,50 efg	66,54 m	74,39 l	75,41 l	84,54 bcd	77,37 k	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	8,66 fgh	19,65 b	13,63 c	14,36 c	7,77 hi	10,81 e	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	2,56 ghij	5,75 b	4,30 c	4,25 c	2,54 ghij	3,56 cdef	1452	1454
óxido de cariofileno	1,19 gh	1,41 fgh	2,57 bcd	1,49 fgh	1,71 cdefgh	2,19 cdef	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,31 defg	0,24 efg	0,74 abcd	0,45 bcdefg	0,52 abcde	0,77 abc	1636	1644
Total identificado	98,86	99,05	98,48	98,99	98,81	98,62		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 10. Continuação...

Substância	Pop 219	Pop 220	Pop 221	Pop 222	Pop 223	Pop 224	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	1,95 a	0,42 k	1,45 c	0,54 ij	0,76 fg	1,14 d	932	939
benzaldeído	nc	nc	nc	tr	tr	0,04 a	955	960
<i>beta</i> -pineno	2,37 b	0,67 j	2,94 a	0,92 gh	1,03 f	1,72 d	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	0,09 b	nc	tr	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	0,22 a	nc	tr	tr	tr	0,05 fg	1022	1024
limoneno	0,35 b	nc	tr	0,10 hij	0,14 efghi	0,14 efghi	1027	1029
γ -terpineno	0,35 b	nc	tr	0,12 gh	0,17 ef	0,08 ij	1056	1059
santalona	0,60 c	nc	tr	0,27 h	0,33 g	0,12 l	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,73 cdefg	0,2 l	nc	0,53 efghij	0,84 bcde	0,87 abcd	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	74,45 l	79,51 hij	68,11 m	79,26 ij	79,67 hi	81,11 gh	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	12,17 d	11,19 de	19,41 b	11,02 e	8,84 fg	9,50 f	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	3,63 cde	3,55 cdef	5,88 b	3,43 cdefg	2,67 efghi	2,81 defghi	1452	1454
óxido de cariofileno	1,69 defgh	3,30 b	1,35 fgh	1,93 cdefg	2,58 bc	1,40 fgh	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,41 bcdefg	0,68 abcde	Nc	0,58 abcde	0,94 a	0,29 defg	1636	1644
Total identificado	99,01	99,32	99,14	98,72	98,72	97,26		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($\text{tr} \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 10. Continuação.

Substância	Pop 225	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	tr	932	939
Benzaldeído	tr	955	960
<i>beta</i> -pineno	tr	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	1015	1017
p-cimeno	tr	1022	1024
limoneno	tr	1027	1029
γ -terpineno	tr	1056	1059
santalona	tr	1180	1175
cis-cinamato de metila	tr	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	45,05 n	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	30,61 a	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	13,53 a	1452	1454
óxido de cariofileno	7,28 a	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	tr	1636	1644
Total identificado		96,47	

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 11. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra do Salto (Pop 2), primavera de 2012, Carrancas, Minas Gerais, Brasil.

Substância	Pop 201	Pop 202	Pop 203	Pop 204	Pop 205	Pop 206	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,72 jk	1,11 fg	0,39 mn	0,35 n	0,95 ghi	0,51 klmn	932	939
benzaldeído	0,07 abc	tr	tr	0,09 abc	0,14 ab	0,12 abc	955	960
<i>beta</i> -pineno	1,06 gh	1,49 efg	0,69 hi	0,31 i	1,03 gh	0,45 i	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	nc	tr	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	0,14 abcde	nc	tr	0,19 ab	tr	0,19 ab	1022	1024
limoneno	0,18 de	0,17 de	tr	0,21 cde	0,21 cd	0,22 bcd	1027	1029
γ -terpineno	0,18 fgh	tr	tr	0,36 ab	0,19 efgh	0,38 ab	1056	1059
santalona	0,52 defgh	0,51 defghi	0,15 lm	0,71 bc	0,33 ijkl	0,96 a	1180	1175
<i>cis</i> -cinamato de metila	1,26 a	0,96 ab	0,64 bcde	0,92 abc	0,76 bcd	0,58 bcdef	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	77,89 ef	78,07 def	78,22 de	79,87 cd	75,71 g	83,42 ab	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	9,59 ij	7,69 k	9,42 j	9,80 ij	11,61 gh	7,22 k	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	2,91 k	2,40 l	2,89 k	2,93 jk	3,44 gh	2,18 lm	1452	1454
óxido de cariofileno	2,08 cde	2,75 a	3,00 a	1,91 defgh	1,63 hij	1,88 efgh	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,65 c	0,65 c	1,02 b	0,63 c	0,36 ghij	0,30 j	1636	1644
Total identificado	97,26	95,79	96,42	98,29	96,38	98,42		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***[IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 11. Continuação...

Substância	Pop 207	Pop 208	Pop 209	Pop 210	Pop 211	Pop 212	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	2,55 a	0,49 lmn	2,17 b	0,60 klm	1,03 fghi	1,20 def	932	939
benzaldeído	tr	tr	tr	tr	0,12 abc	0,06 abc	955	960
<i>beta</i> -pineno	3,76 a	0,30 i	2,83 b	0,83 hi	1,54 defg	1,06 gh	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	tr	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	0,07 ef	0,18 abc	0,16 abcd	tr	0,10 cdef	0,13 bcdef	1022	1024
limoneno	0,30 ab	0,17 de	0,36 a	tr	0,20 cde	0,22 bcd	1027	1029
γ -terpineno	0,19 efgh	0,32 bc	0,42 a	tr	0,22 defg	0,26 cde	1056	1059
santalona	0,34 hijk	0,78 ab	0,60 bcdef	0,39 hijk	0,47 efghij	0,37 hkl	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,68 bcd	0,21 efg	0,12 fg	0,10 g	0,16 fg	0,22 efg	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	78,27 de	80,34 c	58,55 k	84,42 a	76,18 fg	75,94 g	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	7,02 k	10,39 i	22,69 a	4,79 l	11,30 h	12,36 fg	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	2,15 m	3,16 ij	6,69 a	1,48 n	3,30 hi	3,74 f	1452	1454
óxido de cariofileno	1,87 efghi	1,72 fghij	1,97 def	3,04 a	1,66 ghij	1,97 def	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,42 fghij	0,48 defg	0,32 ij	1,27 a	0,37 ghij	0,55 cde	1636	1644
Total identificado	97,61	98,54	96,88	96,90	96,65	98,07		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 11. Continuação...

Substância	Pop 213	Pop 214	Pop 215	Pop 216	Pop 217	Pop 219	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	1,20 def	0,94 hi	0,91 ij	1,36 cde	1,13 fgh	1,53 cd	932	939
benzaldeído	tr	0,07 abc	0,16 a	0,06 abc	tr	0,08 abc	955	960
<i>beta</i> -pineno	1,71 def	0,85 hi	1,43 efg	2,09 cd	1,57 defg	1,95 cde	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	tr	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	tr	0,20 ab	0,18 abc	0,10 cdef	0,13 bcdef	0,22 a	1022	1024
limoneno	0,12 efg	0,30 ab	0,23 bcd	0,19 cde	0,21 cd	0,27 abc	1027	1029
γ -terpineno	0,12 hi	0,43 a	0,27 cd	0,14 gh	0,23 def	0,27 def	1056	1059
santalona	0,23 klm	0,68 bcd	0,59 cdefg	0,29 jklm	0,47 efghij	0,61 bcde	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,13 fg	0,67 bcde	0,78 bcd	0,20 efg	0,34 defg	0,47 cdefg	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	75,78 g	73,20 hi	73,49 hi	73,16 hi	75,71 g	71,62 i	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	12,50 f	13,49 e	13,61 e	14,16 de	12,43 fg	13,78 e	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	3,68 fg	4,03 e	4,12 de	4,17 de	3,76 f	4,10 e	1452	1454
óxido de cariofileno	1,45 j	1,63 hij	2,39 b	1,94 defg	1,58 ij	2,16 bcde	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,33 hij	0,39 ghij	0,48 defg	0,47 defg	0,45 efgh	0,59 cd	1636	1644
Total identificado	97,25	96,88	98,64	98,33	98,00	97,70		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 11. Continuação.

Substância	Pop 220	Pop 221	Pop 222	Pop 223	Pop 224	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	1,39 cd	1,16 efg	1,22 def	0,66 kl	0,68 kl	932	939
benzaldeído	0,08 abc	tr	tr	0,05	tr	955	960
<i>beta</i> -pineno	1,90 cde	2,33 bc	1,80 cde	1,07 gh	1,19 fgh	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	tr	tr	tr	tr	0,08 def	1022	1024
limoneno	0,08 fg	0,24 bcd	0,19 de	0,08 g	0,17 def	1027	1029
γ -terpineno	0,23 def	0,27 cd	0,24 def	0,05ij	0,22 defg	1056	1059
santalona	0,42 fghij	0,41 ghijk	0,39 hijk	0,12 m	0,36 hijk	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,63 bcde	0,32 defg	0,53 bcdefg	0,71 bcd	0,21 efg	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	73,61 h	63,07 j	64,74 j	82,42 b	73,47 hi	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	13,75 e	21,39 b	19,61 c	9,00 j	14,96 d	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	4,07 e	6,32 b	5,69 c	2,72 k	4,35 d	1452	1454
óxido de cariofileno	2,38 b	1,99 cdef	2,27 bc	1,75 fghi	2,19 bcd	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,53 cdef	0,44 efghi	0,48 defg	0,37 ghij	0,48 defg	1636	1644
Total identificado	99,07	97,94	97,15	98,99	98,36		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 12. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra da Arnica (Pop 3), verão de 2012, Ingaí, Minas Gerais, Brasil.

Substância	Pop 301	Pop 302	Pop 303	Pop 304	Pop 305	Pop 306	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	1,98 b	0,53 def	0,66 d	0,67 d	0,31 ghi	0,47 efg	932	939
benzaldeído	0,20 efgh	0,22 defg	Tr	0,06 h	0,19 efgh	0,17 efgh	955	960
<i>beta</i> -pineno	4,51 c	1,27 gh	0,40 jkl	1,43 fg	0,27 jklmn	0,41 jk	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	0,11 a	0,04 b	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	0,06 defg	tr	0,24 a	0,06 defg	0,10 cde	0,15 b	1022	1024
limoneno	0,34 b	0,07 mn	0,34 b	0,14 ijk	0,16 ghi	0,25 de	1027	1029
γ -terpineno	0,16 jk	tr	0,64 a	0,16 jk	0,30 ef	0,54 b	1056	1059
santalona	0,15 lm	tr	0,75 a	0,19 jk	0,27 fg	0,55 b	1180	1175
<i>cis</i> -cinamato de metila	0,32 kl	1,01 g	0,20l m	0,10 m	0,24 lm	0,17 lm	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	76,03 f	76,54 f	78,29 d	80,07 b	73,53 g	67,15 kl	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	10,89 jkl	13,46 efg	10,53 lm	10,90 jkl	17,31 d	20,25 ab	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	3,08 jkl	3,75 f	3,04 kl	3,17 ijk	4,93 c	5,80 a	1452	1454
óxido de cariofileno	0,91 kl	1,17 ghi	0,57 m	1,16 ghi	0,94 kl	1,29 fg	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,32 lm	0,40 jk	0,25 m	0,51 ghi	0,4j k	0,44 ij	1636	1644
Total identificado	98,95	98,43	96,01	98,75	98,84	97,51		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($\text{tr} \leq 0,04$).

***[IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 12. Continuação...

Substância	Pop 307	Pop 308	Pop 309	Pop 310	Pop 311	Pop 312	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,30 hi	0,11 jk	0,31 hi	1,04 c	2,19 a	0,62 de	932	939
benzaldeído	0,07 gh	0,68 a	0,15 efgh	0,12 fgh	0,12 fgh	0,13 efgh	955	960
<i>beta</i> -pineno	0,21 klmn	0,11 no	0,28 jklmn	2,07 e	4,93 b	1,25 gh	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	tr	0,04 b	tr	nc	1015	1017
p-cimeno	0,09 cdef	tr	0,11 bc	0,06 defg	0,05 efg	tr	1022	1024
limoneno	0,14 hij	tr	0,18 fgh	0,27 cd	0,34 b	0,10 klm	1027	1029
γ -terpineno	0,32 ef	0,10 lm	0,33 e	0,30 ef	0,15 jk	tr	1056	1059
santalona	0,37 d	0,12 mn	0,34 de	0,31 ef	0,21 ij	0,04 pq	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,53 ij	2,24 d	0,6 1ij	0,46 jk	0,15 lm	tr	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	67,73 k	73,06 gh	76,77 ef	67,05 kl	78,76 bcd	79,38 bcd	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	20,93 a	11,58 ij	14,05 ef	18,69 c	7,71 n	11,54 ijkl	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	6,02 a	3,32 hij	4,07 de	5,41 b	2,20 m	3,33 hi	1452	1454
óxido de cariofileno	0,94 kl	1,85 c	1,19 gh	1,51 e	1,00 jk	1,11 hij	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,36 kl	0,83 d	0,44 ij	0,73 e	0,30 lm	0,55 fg	1636	1644
Total identificado	97,97	94,01	98,72	98,01	98,1	98,05		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 12. Continuação...

Substância	Pop 313	Pop 314	Pop 315	Pop 316	Pop 317	Pop 318	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,31 ghi	0,67 d	0,67 d	0,46 efgh	2,25 a	2,11ab	932	939
benzaldeído	0,16 efgh	0,08 gh	0,68 ab	0,52 bc	0,17 efgh	0,23defg	955	960
<i>beta</i> -pineno	0,7 li	1,62 f	1,17 h	0,47 j	4,66 c	5,45a	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	nc	0,04 b	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	tr	tr	0,25 a	0,27 a	0,06defg	0,06defg	1022	1024
limoneno	0,07 lmn	0,11 jklo	0,19 fg	0,24 de	0,45a	0,30c	1027	1029
γ -terpineno	0,07 mn	0,05 no	0,04 no	0,47 c	0,18ij	0,13kl	1056	1059
santalona	0,10 no	0,08 op	0,23 hij	0,45 c	0,15lm	0,17kl	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,57 ij	0,21 lm	8,05 a	1,39 f	0,70hi	0,86gh	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	76,70 f	79,20 bcd	78,18 de	70,26 j	73,13gh	69,97j	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	12,86 gh	10,65 kl	4,08 o	13,56 efg	11,45ijk	12,18hi	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	3,68 fg	3,00 kl	1,06 n	3,86 ef	3,17ijk	3,51gh	1452	1454
óxido de cariofileno	1,25 fgh	1,02 ijk	1,69 d	2,10 ab	0,83l	2,19a	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,40 jk	0,33 l	1,14a	0,62 f	0,36kl	0,95c	1636	1644
Total identificado	96,88	97,02	97,14	94,39	97,49	98,06		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 12. Continuação...

Substância	Pop 319	Pop 320	Pop 321	Pop 322	Pop 323	Pop 324	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	1,03 c	nc	0,38 fgh	0,20 ij	0,13 jk	0,19 ij	932	939
benzaldeído	0,10 fgh	0,54 ab	0,28 de	0,08 gh	0,37 cd	0,11 fgh	955	960
<i>beta</i> -pineno	2,4 d	0,06 no	0,35 jklm	0,15 mno	0,22 klmno	0,16 lmno	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	tr	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	0,08 cdef	tr	0,1 bcd	0,05 efg	tr	0,09 cde	1022	1024
limoneno	0,23 de	tr	0,21 ef	0,10 jkl	0,04 no	tr	1027	1029
γ -terpineno	0,28 fg	0,12 kl	0,38 d	0,21 hi	tr	0,24 gh	1056	1059
santalona	0,26 gh	0,26 gh	0,37 d	0,21 ij	tr	0,25 ghi	1180	1175
<i>cis</i> -cinamato de metila	0,53 ij	2,89 b	0,93 g	0,60 ij	1,05 g	2,48 c	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	66,26 l	71,76 hi	71,41 ij	78,57 cd	81,61 a	76,38 f	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	19,50 bc	14,32 e	17,65 d	13,19 fg	9,70 m	11,91 i	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	5,53 b	4,18 d	5,00 c	3,91 ef	2,87 l	3,44 gh	1452	1454
óxido de cariofileno	1,96 bc	1,98 bc	1,20 gh	1,01 kl	1,38 ef	1,68 d	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,70 e	1,06 b	0,53 gh	0,46 hij	0,49 hi	1,15 a	1636	1644
Total identificado	98,78	97,2	98,68	98,70	97,85	98,02		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 12. Continuação.

Substância	Pop 325	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	nc	932	939
benzaldeído	0,19 efgh	955	960
<i>beta</i> -pineno	nc	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	nc	1015	1017
p-cimeno	nc	1022	1024
limoneno	nc	1027	1029
γ -terpineno	nc	1056	1059
santalona	nc	1180	1175
<i>cis</i> -cinamato de metila	1,85 e	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	80,00 bc	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	10,60 kl	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	3,03 kl	1452	1454
óxido de cariofileno	1,99 bc	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,98 c	1636	1644
Total identificado	98,64		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 13. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra da Arnica (Pop 3), outono de 2012, Ingaí, Minas Gerais, Brasil.

Substância	Pop 301	Pop 302	Pop 303	Pop 304	Pop 305	Pop 306	Pop 307	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	1,67 b	0,51 f	0,24 ijkl	0,49 fg	0,87 d	0,38 fgh	0,27 hijk	932	939
benzaldeído	0,11 fg	0,27 de	0,06 fg	0,99 a	0,42 c	0,11 fg	tr	955	960
<i>beta</i> -pineno	4,07 b	1,41 f	0,19 ijk	4,23 b	0,75 g	0,33 ij	0,19 ijk	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	tr	0,7 a	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	tr	tr	0,08 cde	0,72 a	0,26 b	0,10 cd	tr	1022	1024
limoneno	0,30 c	0,06 hij	0,14 fg	2,17 a	0,48 b	0,21 e	0,14 fg	1027	1029
γ -terpineno	0,14 hi	tr	0,27 de	0,38 c	0,84 a	0,43 b	0,29 d	1056	1059
santalona	0,14 ij	tr	0,37 d	0,53 ab	0,55 a	0,43 c	0,31 ef	1180	1175
<i>cis</i> -cinamato de metila	0,14 kl	0,96 f	0,09 kl	0,45 hij	tr	0,19 jkl	0,34 ijk	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	77,36 efg	76,41 fgh	84,04 a	52,39 p	52,22 p	67,45 m	73,05 l	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	10,28 ij	12,67 h	9,41 j	22,96 b	30,07 a	21,18 c	16,04 ef	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	3,01 hi	3,70 fg	2,71 ij	5,98 b	8,19 a	6,08 b	4,68 d	1452	1454
óxido de cariofileno	0,93 efg	1,18 def	0,67 efg	0,35 g	0,67 efg	1,17 def	1,00 efg	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,59 defgh	0,53 efgh	0,41 fghi	nc	0,17 hi	0,61 defg	0,71 def	1636	1644
Total identificado	98,74	97,69	98,72	92,34	95,77	98,67	97,01		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($\text{tr} \leq 0,04$).

***[IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 13. Continuação...

Substância	Pop 308	Pop 309	Pop 310	Pop 311	Pop 312	Pop 313	Pop 314	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	tr	0,37 ghi	1,08 c	2,37 a	1,60 b	0,30 hij	0,70 e	932	939
benzaldeído	0,64 b	0,07 fg	tr	tr	0,10 fg	0,12 fg	0,09 fg	955	960
<i>beta</i> -pineno	tr	0,37 ij	2,17 d	5,42 a	3,41 c	0,77 g	1,79 e	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	tr	tr	tr	nc	tr	1015	1017
p-cimeno	tr	0,09 cd	0,06 de	0,05 de	tr	tr	tr	1022	1024
limoneno	tr	0,21e	0,28 cd	0,33 c	0,28 cd	0,04 ij	0,12 g	1027	1029
γ -terpineno	tr	0,43 b	0,29 d	0,16 h	0,12 ij	0,03 m	0,07 kl	1056	1059
santalona	tr	0,44 c	0,32 e	0,17 hi	0,11 jk	tr	0,08 kl	1180	1175
cis-cinamato de metila	5,14 c	0,63 gh	0,61 gh	tr	0,54 ghi	0,19 jkl	tr	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	65,02 n	74,74 hijkl	68,32 m	76,44 fgh	78,88 de	83,77 ab	73,23 kl	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	9,61 j	15,54 ef	17,55 d	9,68 j	9,55 j	9,66 j	15,76 ef	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	2,65 ij	4,45 de	5,12 c	2,52 j	2,76 ij	2,84 ij	4,27 de	1452	1454
óxido de cariofileno	1,35 cde	1,00 efg	1,14 defg	0,92 efg	0,76 efg	0,89 efg	0,41 fg	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,94 de	0,42 fghi	0,95 de	0,42 fghi	0,49 fgh	0,44 fghi	0,21 ghi	1636	1644
Total identificado	85,36	98,78	97,89	98,48	98,60	99,00	96,74		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 13. Continuação...

Substância	Pop 315	Pop 316	Pop 317	Pop 318	Pop 319	Pop 320	Pop 321	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,07 m	0,31 hij	0,26 hijkl	0,99 cd	0,69 e	0,24 ijkl	0,24 ijkl	932	939
benzaldeído	0,31cd	0,17 ef	nc	tr	tr	0,88 a	0,10 fg	955	960
<i>beta</i> -pineno	0,41 hi	0,30 ijk	0,66 gh	3,37 c	1,79 e	0,25 ijk	0,23 ijk	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	nc	0,09 c	nc	tr	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	0,14 c	0,09 cd	tr	0,05 de	tr	0,33 b	tr	1022	1024
limoneno	nc	0,24 de	0,04 ij	0,19 ef	0,19 ef	tr	0,14 fg	1027	1029
γ -terpineno	tr	0,39 c	tr	0,10 jk	0,23 fg	0,29 d	0,25 ef	1056	1059
santalona	0,20 h	0,49 b	tr	0,14 ij	0,25 g	0,39 cd	0,27 fg	1180	1175
cis-cinamato de metila	8,87 a	1,96 d	tr	0,30 ijkl	0,51 ghi	6,03 b	0,73 fg	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	75,21 hij	75,10 hijk	82,01 bc	73,30 jkl	65,16 n	57,84 o	78,19 ef	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	4,69 k	12,09 h	11,03 i	12,26 h	21,36 c	16,52 de	12,77 h	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	1,26 k	3,56 g	3,38 gh	3,66 g	6,05 b	4,48 de	3,75 fg	1452	1454
óxido de cariofileno	2,45 ab	1,87 bcd	1,02 efg	2,01 bc	1,45 cde	3,00 a	1,18 def	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	2,30 a	0,84 def	0,59 defgh	1,39 bc	0,96 cd	2,08 a	0,79 def	1636	1644
Total identificado	95,92	97,50	98,99	97,75	98,64	92,31	98,65		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($\text{tr} \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 13. Continuação.

Substância	Pop 322	Pop 323	Pop 324	Pop 325	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,22 jkl	tr	0,13 lm	0,15 klm	932	939
benzaldeído	0,11 fg	0,32 cd	tr	nc	955	960
<i>beta</i> -pineno	0,17 ijk	tr	0,12 jk	0,40 hi	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	nc	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	0,05 de	tr	tr	tr	1022	1024
limoneno	0,11 gh	tr	0,08 ghi	0,05 ij	1027	1029
γ -terpineno	0,23 fg	tr	0,20 g	0,07 klm	1056	1059
Santalona	0,20 h	tr	0,28 efg	0,10 jk	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,29 ikl	0,98 f	1,50 e	0,11 kl	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	80,32 cd	81,12 c	74,08 ijkl	75,50 ghi	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	12,08 h	9,73 j	14,17 g	15,09 fg	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	3,57 g	2,67 ij	4,11 ef	4,32 de	1452	1454
óxido de cariofileno	0,76 efg	1,29 cde	0,71 efg	1,33 cde	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,50 fgh	0,83 def	1,45 b	0,93 de	1636	1644
Total identificado	98,63	96,94	96,84	98,06		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 14. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra da Arnica (Pop 3), inverno de 2012, Ingaí, Minas Gerais, Brasil.

Substância	Pop 301	Pop 302	Pop 303	Pop 304	Pop 305	Pop 306	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,83 bcd	0,33 fghi	0,30 fghi	0,12 ij	0,45 efg	0,20 ghij	932	939
benzaldeído	nc	nc	nc	tr	nc	nc	955	960
<i>beta</i> -pineno	1,86 b	0,85 d	0,13 f	0,29 f	0,33 ef	0,17 f	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	nc	nc	nc	nc	nc	0,03 a	1015	1017
p-cimeno	nc	nc	nc	tr	nc	0,04 a	1022	1024
limoneno	nc	nc	nc	tr	nc	0,10 a	1027	1029
γ -terpineno	nc	nc	tr	0,03 efg	0,08 bcde	0,21 a	1056	1059
santalona	nc	nc	nc	0,11 d	tr	0,27 a	1180	1175
<i>cis</i> -cinamato de metila	nc	nc	nc	0,48 de	nc	0,26 de	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	85,97 abdcef	83,97 bcdefg	86,82 abc	87,58 a	62,08 n	77,46 jk	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	7,70 ijk	10,54 efgh	9,22 fghi	6,28 k	28,03 a	14,58 c	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	2,32 ijk	3,10 fgh	2,77 ghi	2,03 k	8,02 a	4,38 c	1452	1454
óxido de cariofileno	1,32 cdefgh	1,04 fghij	0,75 ij	1,50 bcde	1,00 fghij	1,14 defghi	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	tr	tr	tr	0,51 def	tr	0,36 efg	1636	1644
Total identificado	99,99	99,83	99,99	98,94	99,99	99,21		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq tr$).

***[IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 14. Continuação...

Substância	Pop 307	Pop 308	Pop 309	Pop 310	Pop 311	Pop 312	Pop 313	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,17 hij	nc	0,21 ghij	0,95 b	1,92 a	0,91 b	0,13 hij	932	939
benzaldeído	nc	nc	nc	nc	nc	nc	0,03 bc	955	960
<i>beta</i> -pineno	0,08 f	nc	0,12 f	1,69 bc	4,35 a	1,85 b	0,33 ef	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	1015	1017
p-cimeno	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	1022	1024
limoneno	nc	nc	nc	tr	tr	tr	tr	1027	1029
γ -terpineno	nc	nc	tr	tr	nc	nc	nc	1056	1059
santalona	nc	tr	nc	nc	nc	nc	nc	1180	1175
cis-cinamato de metila	nc	tr	tr	nc	nc	nc	0,35 de	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	81,07 ghi	82,56 gh	82,60 gh	72,36 lm	78,52 ij	61,92 n	86,23 abcde	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	13,39 cd	11,57 defg	12,42 cde	17,63 b	11,29 defg	25,81 a	8,32 hijk	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	4,04 cd	3,57 def	3,64 def	5,25 b	3,27 efg	7,54 a	2,48 hijk	1452	1454
óxido de cariofileno	0,91 hij	1,57 bc	0,87 ij	1,60 bc	0,64j	1,35 cdefg	1,14 efghi	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,20 fg	0,19 fg	nc	0,52 cdef	tr	tr	0,33 efg	1636	1644
Total identificado	99,96	99,45	99,85	100,00	99,99	99,38	99,42		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq tr$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 14. Continuação...

Substância	Pop 314	Pop 315	Pop 316	Pop 317	Pop 318	Pop 319	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,58 def	0,13 hij	nc	0,85 bcd	0,62 cde	0,85 bc	932	939
benzaldeído	nc	0,08 a	nc	nc	tr	nc	955	960
<i>beta</i> -pineno	1,28 cd	0,21 f	nc	1,92 b	1,70 bc	1,97 b	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	nc	nc	nc	nc	nc	nc	1015	1017
p-cimeno	nc	tr	nc	nc	tr	nc	1022	1024
limoneno	nc	tr	nc	nc	0,09 b	nc	1027	1029
γ -terpineno	nc	tr	nc	nc	0,06 cdef	nc	1056	1059
santalona	nc	0,10 d	nc	nc	0,07 e	nc	1180	1175
cis-cinamato de metila	nc	7,09 a	tr	nc	0,81 d	nc	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	77,74 jk	82,74 gh	82,98 fgh	83,39 defg	75,13 kl	70,42 m	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	13,52 cd	2,75 l	10,71 efgh	8,41 hijk	13,41 cd	19,52 b	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	3,87 cde	0,77 l	3,19 fg	2,54 hijk	3,97 cd	5,53 b	1452	1454
óxido de cariofileno	0,94 ghij	1,71 abc	2,07 a	0,88 ij	1,86 ab	1,70 abc	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	tr	1,45 a	0,65 bcde	tr	0,83 bcd	tr	1636	1644
Total identificado	97,93	97,02	99,60	98,00	98,56	99,99		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq tr$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 14. Continuação.

Substância	Pop 320	Pop 321	Pop 322	Pop 323	Pop 324	Pop 325	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,40 efgh	0,08 ij	0,10 ij	nc	0,08 ij	nc	932	939
benzaldeído	nc	nc	tr	tr	0,06 ab	nc	955	960
<i>beta</i> -pineno	0,80 de	0,08 f	0,09 f	tr	0,05 f	nc	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	nc	tr	tr	nc	tr	nc	1015	1017
p-cimeno	nc	0,02 b	tr	nc	tr	nc	1022	1024
limoneno	nc	0,05 d	0,06 c	nc	tr	nc	1027	1029
γ -terpineno	nc	0,09 bcd	0,13 b	nc	0,11 bc	nc	1056	1059
santalona	nc	0,13 c	0,17 b	tr	0,18 b	nc	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,60 de	0,89 cd	0,40 de	1,50 bc	1,71 d	nc	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	82,74 gh	83,14 efg	83,74 cdefg	86,38 abcd	79,93 hij	87,10 ab	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	9,08 ghij	9,24 fghi	10,11 efgh	6,75 jk	10,32 efgh	7,63 ijk	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	2,67 ghij	2,86 ghi	3,05 fgh	2,08 jk	3,05 fgh	2,27 ijk	1452	1454
óxido de cariofileno	1,85 ab	1,55 bcd	0,86 ij	1,39 cdef	1,53 bcde	2,09 a	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,96 b	0,77 bcd	0,29 efg	0,62 bcde	1,00 b	0,92 bc	1636	1644
Total identificado	99,09	98,90	99,00	98,72	98,01	100,00		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq tr$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 15. Composição química dos óleos essenciais (%) dos acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra da Arnica (Pop 3), primavera de 2012, Ingaí, Minas Gerais, Brasil.

Substância	Pop 301	Pop 302	Pop 303	Pop 304	Pop 305	Pop 306	IRc	IRl
<i>alfa</i> -pineno	0,84 b	0,36 defg	0,45 de	0,41 def	0,20 efgh	0,28 efgh	932	939
benzaldeído	0,07 efg	0,10 defg	0,07 efg	tr	0,11 defg	0,09 defg	955	960
<i>beta</i> -pineno	1,79 cd	0,86 fg	0,29 hi	0,98 f	0,17 hi	0,26 hi	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	nc	tr	tr	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	tr	tr	0,24 a	0,04 cde	0,09 bcde	0,11 bc	1022	1024
limoneno	0,13 efgh	0,05 fghi	0,26 bc	0,07 efghi	0,10 efghi	0,15 def	1027	1029
γ -terpineno	0,06 ghi	tr	0,46 a	0,10 fgh	0,18 cde	0,31 b	1056	1059
santalona	0,11ij	0,04 j	0,78 a	0,24 defgh	0,25 defg	0,51 b	1180	1175
<i>cis</i> -cinamato de metila	0,49 hij	0,95 fg	0,39 ij	0,29 ij	0,27 ij	0,38 ij	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	84,80 de	82,30 f	85,86 bcd	87,62 b	77,72 ij	83,07 ef	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	6,69 lm	9,38 hi	7,26 kl	6,16 m	13,84 bc	8,94 hij	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	2,07 jk	2,87 g	2,21 j	1,95 k	4,17 b	2,76 gh	1452	1454
óxido de cariofileno	1,15 ijk	1,26 ghi	0,75 l	1,17 ijk	1,45 fghi	1,59 efgh	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,33 fghijk	0,30 fghijk	0,17 k	0,25 ijk	0,42 efghij	0,44 efghi	1636	1644
Total identificado	98,53	98,47	99,20	99,28	98,98	98,90		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq tr$).

***[IRc- Índice de Retenção calculado; IRl- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 15. Continuação...

Substância	Pop 307	Pop 308	Pop 309	Pop 310	Pop 311	Pop 312	Pop 313	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,12 gh	tr	0,24 efgh	0,79 bc	0,82 bc	0,24 efgh	0,17 fgh	932	939
benzaldeído	0,05g	0,57 a	0,10 defg	tr	tr	0,05 fg	0,11 defg	955	960
<i>beta</i> -pineno	0,08 i	tr	0,22 hi	1,59 de	2,10 c	0,55 gh	0,39 hi	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	tr	tr	tr	nc	nc	1015	1017
p-cimeno	tr	tr	0,09 bcd	0,10 bcd	tr	tr	tr	1022	1024
limoneno	0,08 efghi	tr	0,14 efg	0,25 bcd	0,13 efg	tr	tr	1027	1029
γ -terpineno	0,20 cd	tr	0,23 cd	0,25 bc	Tr	tr	0,05 ghi	1056	1059
santalona	0,29 def	tr	0,33 cd	0,36 cd	0,14 ghij	tr	tr	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,53 hi	5,27 c	0,75 gh	0,97 fg	0,30 ij	0,24 ij	0,39 ij	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	75,30 kl	65,93 o	79,60 gh	73,50 m	85,37 cd	79,81 g	82,97 f	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	15,51 a	11,58 fg	11,97 ef	14,59 ab	6,10 m	11,43 fg	9,76 h	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	4,66 a	3,32 f	3,57 cde	4,35 b	1,89 k	3,57 cde	2,89 g	1452	1454
óxido de cariofileno	1,22 hi	2,99 b	1,23 hi	1,62 efg	1,19 ij	1,44 fghi	1,19 ij	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,46 efghi	1,16 b	0,28 ghijk	0,49 efg	0,22 jk	0,50 defg	0,26 hijk	1636	1644
Total identificado	98,50	90,84	98,77	98,85	98,26	97,83	98,17		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq tr$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 15. Continuação...

Substância	Pop 314	Pop 315	Pop 316	Pop 317	Pop 318	Pop 319	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	0,57 cd	0,12 gh	0,17 fgh	1,50 a	1,31 a	0,96 b	932	939
benzaldeído	0,13 def	0,33 c	0,46 b	0,16 d	0,10 defg	0,07 efg	955	960
<i>beta</i> -pineno	1,37 e	0,27 hi	0,08 i	2,93 b	3,59 a	2,09 c	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	nc	nc	tr	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	tr	tr	tr	tr	0,10 bcd	0,08 bcde	1022	1024
limoneno	tr	tr	tr	0,37 a	0,15 def	0,27 ab	1027	1029
γ -terpineno	0,04 hi	tr	tr	0,12 efg	0,08 ghi	0,19 cde	1056	1059
santalona	0,12 hij	0,12 hij	0,44 bc	0,15 ghij	0,17 fghi	0,24 defg	1180	1175
cis-cinamato de metila	0,41 ij	9,33 a	2,27 d	0,53 hi	1,00 fg	0,79 gh	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	76,90 jk	76,94 jk	69,84 n	74,44 lm	78,85 ghi	77,98 hij	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	11,87 ef	3,71 n	13,47 cd	12,70 de	8,27 jk	10,79 g	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	3,38 ef	1,05 l	4,15 b	3,62 cd	2,48 i	3,18 f	1452	1454
óxido de cariofileno	1,18 ijk	2,56 c	3,61 a	0,81 kl	1,97 de	1,42 fghi	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,25 ijk	1,57 a	0,90 c	0,16 k	0,59 de	0,32 fghijk	1636	1644
Total identificado	96,23	96,00	95,39	97,49	98,66	98,38		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq tr$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Tabela 15. Continuação.

Substância	Pop 320	Pop 321	Pop 322	Pop 323	Pop 324	Pop 325	IRc	IRI
<i>alfa</i> -pineno	tr	0,20 fgh	0,06 h	tr	0,22 efgh	tr	932	939
benzaldeído	0,51 ab	0,05 ab	tr	0,10 defg	0,15 de	0,05 g	955	960
<i>beta</i> -pineno	tr	0,19 hi	0,07 i	tr	0,18 hi	0,04 i	975	979
<i>alfa</i> -terpineno	tr	tr	tr	tr	tr	tr	1015	1017
p-cimeno	tr	0,06 cde	0,08 cde	tr	0,15 b	tr	1022	1024
limoneno	tr	0,08 efghi	0,07 efghi	tr	0,16 cde	tr	1027	1029
γ -terpineno	0,09 gh	0,18 cde	0,17 def	0,06 ghi	0,25 bc	nc	1056	1059
santalona	tr	0,21 efghi	0,13 ghij	0,04 j	0,31 de	tr	1180	1175
cis-cinamato de metila	7,35 b	1,04 fg	0,19 j	1,25 ef	2,05 d	1,36 e	1301	1299
<i>trans</i> -cinamato de metila	69,51 n	78,37 ghij	89,76 a	86,66 bc	78,17 ghij	85,93 bcd	1382	1378
<i>trans</i> -cariofileno	8,73 ij	12,41 ef	5,77 m	6,45 lm	11,80 efg	6,07 m	1419	1419
<i>alfa</i> -humuleno	2,60 hi	3,70 c	1,85 k	2,02 jk	3,39 def	1,82 k	1452	1454
óxido de cariofileno	2,65 bc	1,59 fgh	0,82 jkl	1,66 ef	1,33 fghi	2,17 d	1583	1584
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	1,56 a	0,47 efgh	0,18 k	0,51 def	0,46 efghi	0,71 cd	1636	1644
Total identificado	93,01	98,55	99,16	98,76	98,61	98,15		

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq tr$).

***IRc- Índice de Retenção calculado; IRI- Índice de Retenção da literatura.

Quando se levou em conta todos os acessos amostrados das três populações estudadas, constatou-se, estatisticamente, influências significativas da sazonalidade na composição química média dos óleos essenciais, com exceção do óxido de cariofileno e *alfa*-pineno na população Serra Branca (Tabela 16), do *alfa*-humuleno na população Serra do Salto (Tabela 17) e do *cis*-cinamato de metila na população Serra da Arnica (Tabela 18).

Na população Serra Branca, para os fenilpropanóides, foi registrada a maior proporção relativa média de *trans*-cinamato de metila (66,31%) no inverno e a de *cis*-cinamato de metila no verão (2,13%) e no outono (2,07%) (Tabela 16). Os sesquiterpenos *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno apresentaram as maiores proporções relativas médias na primavera, 23,07% e 6,70%, respectivamente, e a maior proporção relativa média de cedr-8-(15)-en-9-*alfa*-ol, outro sesquiterpeno, foi registrada no verão (2,73%) e no outono (2,65) (Tabela 16).

Quanto as substâncias monoterpênicas, em sua maioria, as maiores proporções relativas médias foram registradas no verão e no outono, como é o caso do santalona (verão: 0,37%; outono: 0,44%), limoneno (verão: 0,22%; outono: 0,25%), γ -terpineno (verão: 0,22%; outono: 0,22%) e *p*-cimeno (0,22% e 0,24%). A única exceção foi o *beta*-pineno que apresentou a maior proporção relativa média na primavera (0,97%). Quanto ao *p*-cimeno, sua ocorrência foi registrada na forma de traço no inverno e na primavera (Tabela 16).

Para o benzaldeído a maior proporção relativa média foi registrada no verão (0,24%) e no outono (0,22%). Não foi registrada a sua ocorrência no inverno e na primavera, na forma de traço (Tabela 16).

Tabela 16. Composição química média (%) do óleo essencial da população de *Lychnophora pinaster* Serra Branca, Carrancas – MG, Brasil, em função da sazonalidade.

Substâncias	Estações do ano (2012)			
	Verão (%)	Outono (%)	Inverno (%)	Primavera (%)
fenilpropanóides				
<i>trans</i> -cinamato de metila	57,17 b	59,47 b	66,31 a	56,10 b
<i>cis</i> -cinamato de metila	2,13 a	2,07 a	0,14 b	0,30 b
sesquiterpenos				
<i>trans</i> -cariofileno	17,08 b	17,52 b	16,01 b	23,07 a
óxido de cariofileno	5,76 a	4,79 a	5,19 a	5,53 a
<i>alfa</i> -humuleno	4,89 b	4,88 b	4,64 b	6,70 a
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	2,73 a	2,65 a	2,60 ab	2,00 b
monoterpenos				
<i>beta</i> -pineno	0,79 ab	0,75 ab	0,48 b	0,97 a
<i>alfa</i> -pineno	0,53 a	0,50 a	0,35 a	0,51 a
santalona	0,37 a	0,44 a	0,09 b	0,08 b
limoneno	0,22 a	0,25 a	0,07 b	0,05 b
γ -terpineno	0,22 a	0,22 a	0,07 b	0,07 b
<i>p</i> -cimeno	0,22 a	0,24 a	tr	tr
derivado benzênico				
benzaldeído	0,24 a	0,22 a	nc	tr
Total identificado	92,35	94,00	95,95	95,38

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

** nc: não consta; tr: traço ($tr \leq 0,04$).

Para a população Serra do Salto, as maiores proporções relativas médias de fenilpropanóides foram registradas no inverno (*trans*-cinamato de metila: 77,95%; *cis*-cinamato de metila: 0,62%). Para os sesquiterpenos, a maior proporção relativa média de *trans*-cariofileno foi registrada no verão (14,25%), a de óxido de cariofileno no inverno (1,99%) e na primavera (2,05%) e a de cedr-8-(15)-en-9-*alfa*-ol no outono 0,80% (Tabela 17).

Em relação às substâncias monoterpênicas foram registradas no verão e no outono as maiores proporções relativas médias de *beta*-pineno (verão: 2,75%; outono 2,85%), *alfa*-pineno (verão: 1,93%; outono: 2,03%), limoneno (verão: 0,42%; outono: 0,41%) e de *p*-cimeno (verão: 0,22%; outono 0,22%) e no outono as de santalona (0,73%) e γ -terpineno (0,49%). Quanto ao derivado benzênico, benzaldeído, a maior proporção relativa média foi registrada no verão (0,17%) (Tabela 17).

Tabela 17. Composição química média (%) do óleo essencial da população de *Lychnophora pinaster*, Serra do Salto, Carrancas – MG, Brasil, em função da sazonalidade.

Substâncias	Estações do ano (2012)			
	Verão (%)	Outono (%)	Inverno (%)	Primavera (%)
fenilpronóides				
<i>trans</i> -cinamato de metila	71,44 c	72,12 bc	77,95 a	75,10 ab
<i>cis</i> -cinamato de metila	0,44 b	0,55 ab	0,62 a	0,50 ab
sesquiterpenos				
<i>trans</i> -cariofileno	14,25 a	12,35 ab	11,32 b	12,20 ab
<i>alfa</i> -humuleno	4,12 a	3,57 a	3,66 a	3,66 a
óxido de cariofileno	1,35 b	1,65 b	1,99 a	2,05 a
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,39 c	0,80 a	0,50 b	0,52 b
monoterpenos				
<i>beta</i> -pineno	2,75 a	2,85 a	1,15 b	1,45 b
<i>alfa</i> -pineno	1,93 a	2,03 a	0,81 b	1,05 b
santalona	0,54 b	0,73 a	0,36 c	0,47 bc
limoneno	0,42 a	0,41 a	0,15 b	0,19 b
γ -terpineno	0,22 b	0,49 a	0,17 b	0,22 b
<i>p</i> -cimeno	0,22 a	0,22 a	0,08 b	0,11 b
derivado benzênico				
benzaldeído	0,17 a	0,10 b	0,04 b	0,07 b
Total identificado	98,24	97,87	98,80	97,59

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para a população Serra da Arnica, em relação ao fenilpropanóide, *trans*-cinamato de metila, a maior proporção relativa média da substância foi observada no inverno (80, 18%) e na primavera (79,49%), as quais não diferiram estatisticamente. Para os sesquiterpenos, as maiores proporções relativas médias de *trans*-cariofileno (14,97%) e cedr-8-(15)-en-9-*alfa*-ol (0,78%) foram constatadas no outono, a de *alfa*-humuleno no verão (3,77%), no outono (3,99%) e no inverno (3,53%) e a de óxido de cariofileno (1,60%) na primavera (Tabela 18).

Quanto as substâncias monoterpênicas registrou-se as maiores proporções relativas médias, principalmente entre o verão e o outono, como é o caso do *alfa*-pineno (verão: 0,70%), limoneno (outono: 0,24%), γ -terpineno (verão: 0,22%; outono: 0,22%) e *p*-cimeno (verão: 0,24%). Para o *beta*-pineno registrou-se as maiores proporções

relativas médias no verão (1,38%), no outono (1,32%) e no inverno (0,96%) e, para a santalona no verão (0,25%), no outono (0,24%) e na primavera (0,21%) (Tabela 18).

Para o benzaldeído, a maior proporção relativa média foi registrada no outono (0,10%) (Tabela 18).

Tabela 18. Composição química média (%) do óleo essencial da população de *Lychnophora pinaster*, Serra da Arnica, Ingaí – MG, Brasil, em função da sazonalidade.

Substâncias	Estações do ano (2012)			
	Verão (%)	Outono (%)	Inverno (%)	Primavera (%)
fenilpronóides				
<i>trans</i> -cinamato de metila	74,71 b	72,84 b	80,18 a	79,49 a
<i>cis</i> -cinamato de metila	1,13 a	1,23 a	1,12 a	1,55 a
sesquiterpenos				
<i>trans</i> -cariofileno	13,17 b	14,97 a	11,93 b	9,81 c
<i>alfa</i> -humuleno	3,77 a	3,99 a	3,53 a	2,94 b
óxido de cariofileno	1,37 b	1,18 b	1,33 b	1,60 a
cedr-8-(15)-en-9- <i>alfa</i> -ol	0,59 b	0,78 a	0,43 b	0,52 b
monoterpenos				
<i>beta</i> -pineno	1,38 a	1,32 a	0,96 a	0,81 b
<i>alfa</i> -pineno	0,70 a	0,57 ab	0,49 ab	0,41 b
santalona	0,25 a	0,24 a	0,11 b	0,21 a
limoneno	0,18 ab	0,24 a	0,08 b	0,11 b
γ -terpineno	0,22 a	0,22 a	0,08 b	0,14 b
<i>p</i> -cimeno	0,24 a	0,22 ab	0,05 c	0,14 bc
derivado benzênico				
benzaldeído	0,09 ab	0,10 a	0,04 b	0,07 ab
Total identificado	97,80	97,90	100,00	97,80

*Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

6.5. Análise de Componentes Principais (ACP) aplicada as quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial da população Serra Branca em função da sazonalidade

Para efeito do estudo envolvendo ACP foram selecionadas as quatro substâncias majoritárias. Dentre estas, três apresentam importância comercial: *alfa*-humuleno, *trans*-cariofileno (dois sesquiterpenos) e *trans*-cinamato de metila (fenilpropanóide)

Os dois sesquiterpenos citados apresentam atividade anti-inflamatória (ACHÉ, 2012) e são os constituintes ativos do medicamento comercial Acheflan. O *trans*-cariofileno também é empregado na fabricação artesanal de cosméticos e sabonetes, contendo atividades antiespasmódica no músculo liso traqueal, antimicrobiana, antinoceptiva e antiedematogênica comprovadas (CELEDONIO, 2008; SILVA, 2010; ALMEIDA et al., 2011). O *trans*-cinamato de metila é amplamente utilizado como aromatizante de temperos, sopas, perfumaria e detergentes (HUASING CHEMICAL COMPANY, 2012).

Diante das suas aplicações objetivou-se selecionar genótipos (acessos) que contenham proporções relativas significativas dessas substâncias dentro das populações de *L. pinaster*, bem como, as melhores épocas de coleta das partes aéreas para a extração do óleo essencial nas regiões amostradas. Para tanto, utilizou-se as análises de componentes principais (ACP) e de similaridade química (CAH).

Para a população Serra Branca, aplicando a análise estatística multivariada observou-se como característica geral que a ACP (Figuras 16, 18, 20 e 22) reproduziu nas quatro estações do ano a separação dos acessos em três grupos distintos, sendo as substâncias responsáveis pela discriminação dos mesmos o óxido de cariofileno (grupo A), o *trans*-cariofileno e o *alfa*-humuleno (grupo B) e o *trans*-cinamato de metila (grupo C), cujos resultados serão discutidos a seguir.

6.5.1. Estação: Verão

No verão a ACP expressou 96,32% da variação total nos primeiros componentes principais (eixos), sendo 55,13 % para o primeiro eixo (D1) e 41,19% para o segundo eixo (D2) (Figura 16).

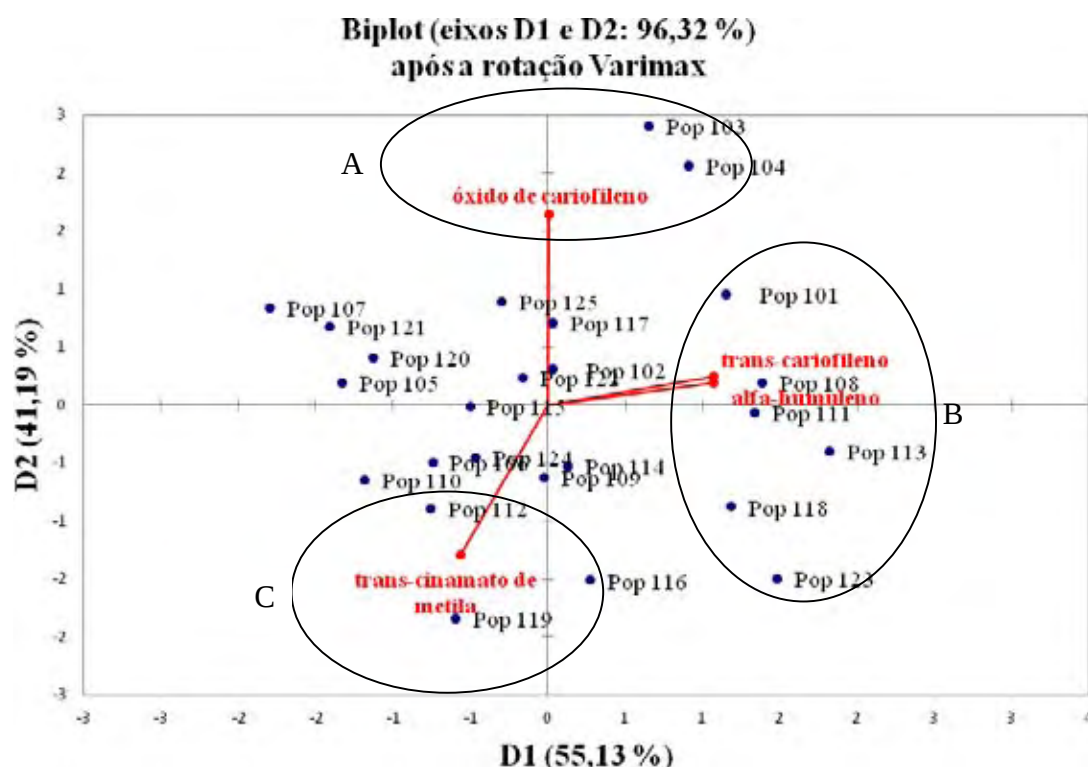


Figura 16. Padrão de divergência química entre os acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra Branca no verão de 2012, Carrancas – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.

No eixo D1 os acessos que estão mais correlacionados com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno são Pop 108, Pop 111, Pop 113, Pop 118, Pop 123 e Pop 101. No eixo D2, os acessos Pop 112, Pop 119 e Pop 116 estão correlacionados ao *trans*-cinamato de metila, enquanto o acúmulo do óxido de cariofileno está correlacionado com os acessos Pop 103 e Pop 104 (Figura 16).

O dendograma gerado pela CAH proporcionou o agrupamento de Serra Branca em três grupos (G1, G2 e G3), onde os acessos correlacionados com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno formaram o grupo G1, aqueles que se correlacionaram com o de óxido de cariofileno formaram o grupo G2, e os que se correlacionaram com o de *trans*-cinamato de metila formaram o grupo G3. Também fazem parte do grupo G3 os acessos que estão inseridos no terceiro e quarto quadrante do gráfico de escores e que não se correlacionaram a nenhuma das substâncias citadas (Figuras 16 e 17).

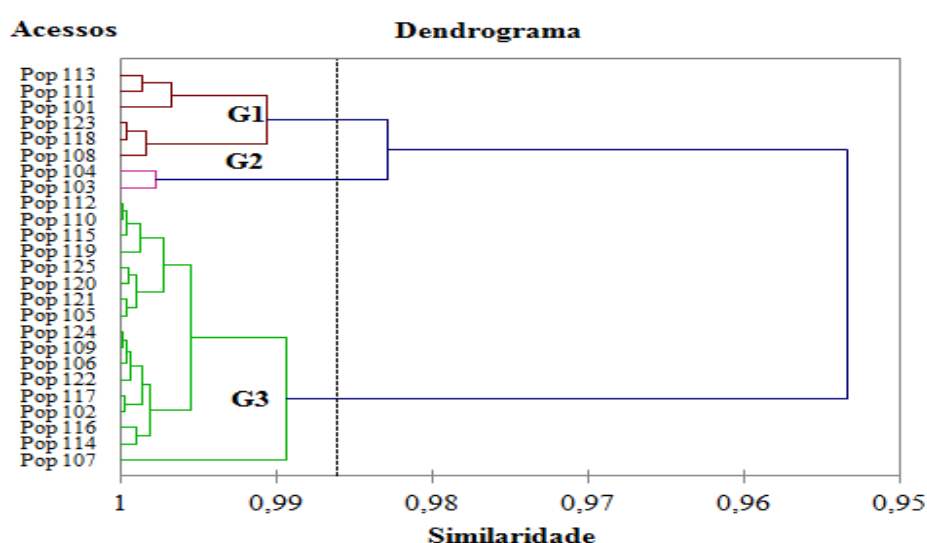


Figura 17. Dendograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de *Lychnophora pinaster* Serra Branca no verão de 2012, levando em conta a proporção relativa média do *trans*-cinamato de metila, *trans*-cariofileno, *alfa*-humuleno e óxido de cariofileno.

6.5.2. Estação: Outono

No outono a ACP expressou 98,33% da variação total, sendo 68,76% para o primeiro eixo (D1) e 29,57 % para o segundo eixo (D2) (Figura 18).

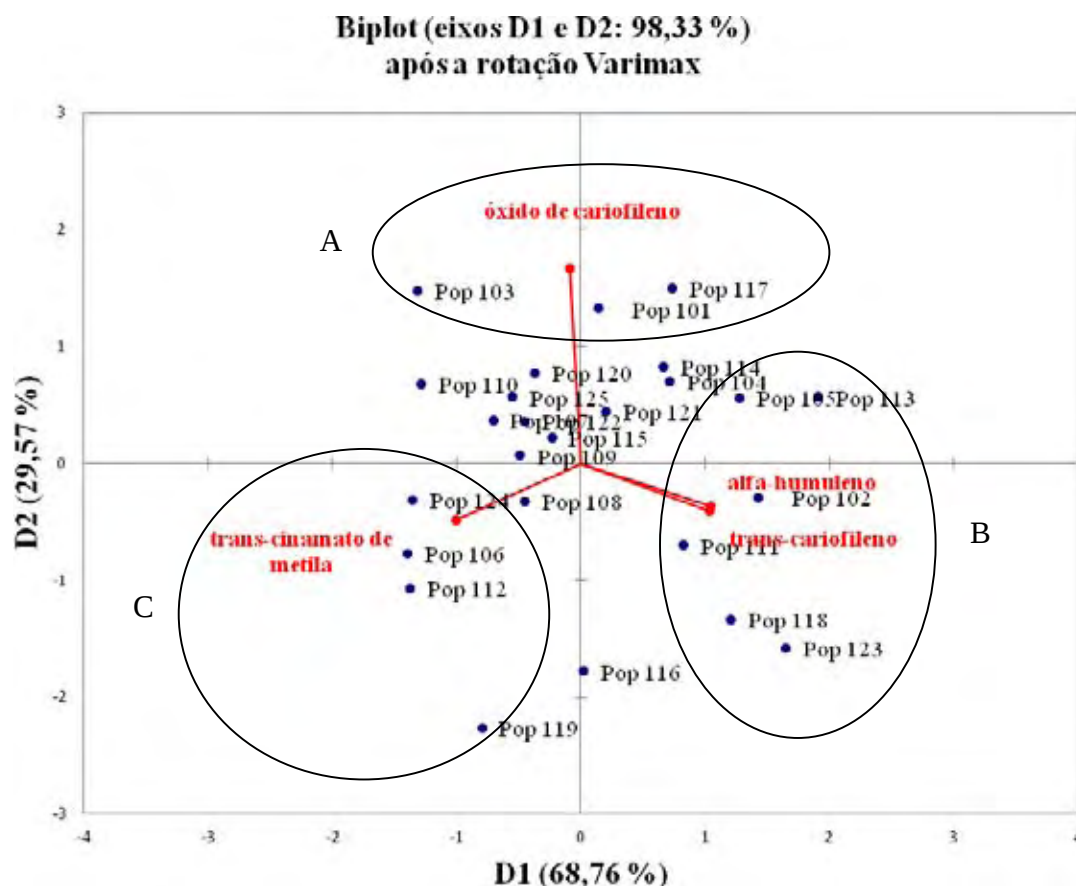


Figura 18. Padrão de divergência química entre os acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra Branca no outono de 2012, Carrancas – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.

No eixo D1 estão mais correlacionados com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno os acessos Pop 102, Pop 111, Pop 118, Pop 123, Pop 105 e Pop 113 e com o de *trans*-cinamato de metila os acessos Pop 124, Pop 106, Pop 112 e Pop 119. No eixo D2 os acessos mais correlacionados o acúmulo de óxido de cariofileno são Pop 101, Pop 117 e Pop 103 (Figura 18).

Nesta estação ocorreu, assim como observado para o verão, a formação de três grupos altamente similares pela CAH (G1, G2 e G3). O grupo G3 é formado pelos acessos correlacionados com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno. O grupo

G2 é formado pelos acessos correlacionados com o acúmulo de *trans*-cinamato de metila (exceto Pop 119, inserido em G1), acesso Pop 103 (correlacionado ao óxido de cariofileno) e Pop 110 (inserido no quarto quadrante do gráfico de escores). O grupo G3 é formado pelos demais acessos da população (Figuras 18 e 19).

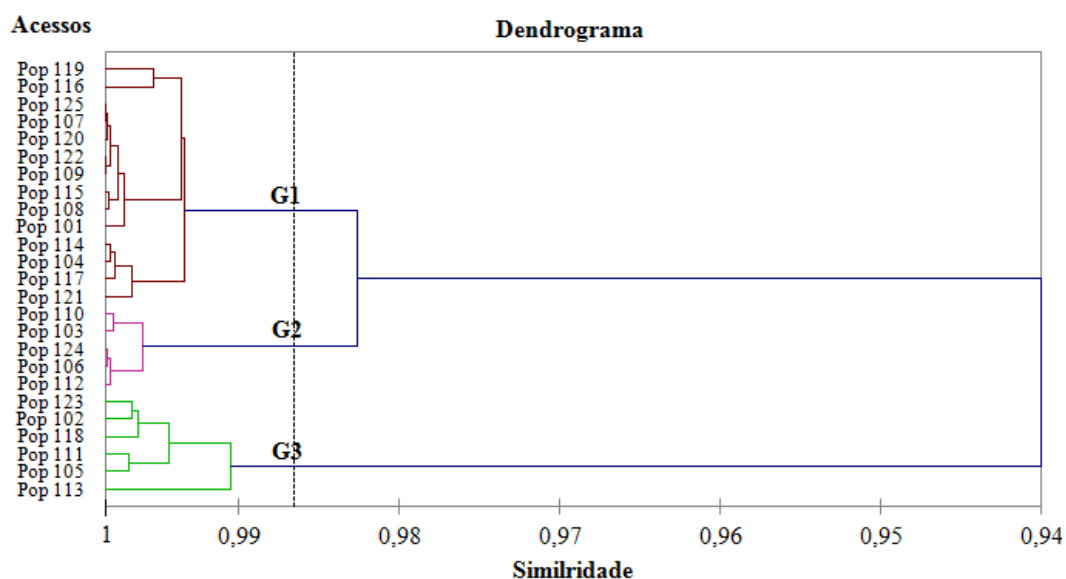


Figura 19. Dendrograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de *Lychnophora pinaster* Serra Branca no outono de 2012 levando em conta a proporção relativa média do *trans*-cinamato de metila, *trans*-cariofileno, *alfa*-humuleno e óxido de cariofileno.

6.5.3. Estação: Inverno

No inverno a ACP exprimiu 94,06% da variação total nos primeiros componentes principais (eixos), sendo 58,71 % para o primeiro eixo (D1) e 35,35% para o segundo eixo (D2) (Figura 20).

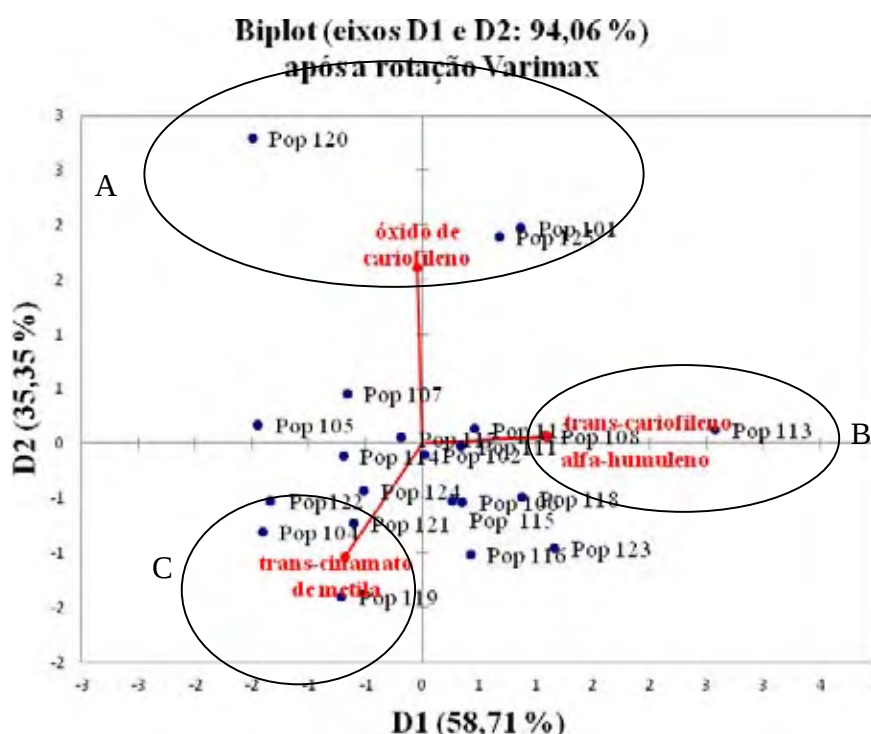


Figura 20. Padrão de divergência química entre os acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra Branca no inverno de 2012, Carrancas – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.

No eixo D1 estão mais correlacionados com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno os acessos Pop 113 e Pop 108. No eixo D2, estão mais correlacionados ao óxido de cariofileno os acessos Pop 125, Pop 101 e Pop 120, e com o acúmulo de *trans*-cinamato de metila os acessos Pop 119, Pop 104, Pop 121 e Pop 122 (Figura 20).

Nesta estação a análise de CAH gerou a formação de seis grupos com boa similaridade entre si (Figura 21). Os grupos G1 e G2 são formados por acessos, que em sua maioria, não se correlacionaram a nenhuma substância pela ACP, já os acessos correlacionados com o acúmulo de *trans*-cinamato de metila agruparam-se compondo o grupo G3 e o acesso Pop 120, correlacionado com o acúmulo de óxido de cariofileno, formou o grupo isolado G4 (Figuras 20 e 21).

Os grupos G5 e G6, bastante próximos no dendograma, são representados pelo acesso Pop 113 (correlacionado com o acúmulo de *trans*-cariofieno e *alfa*-humuleno) e Pop 101 (correlacionado com óxido de cariofileno), respectivamente (Figuras 20 e 21).

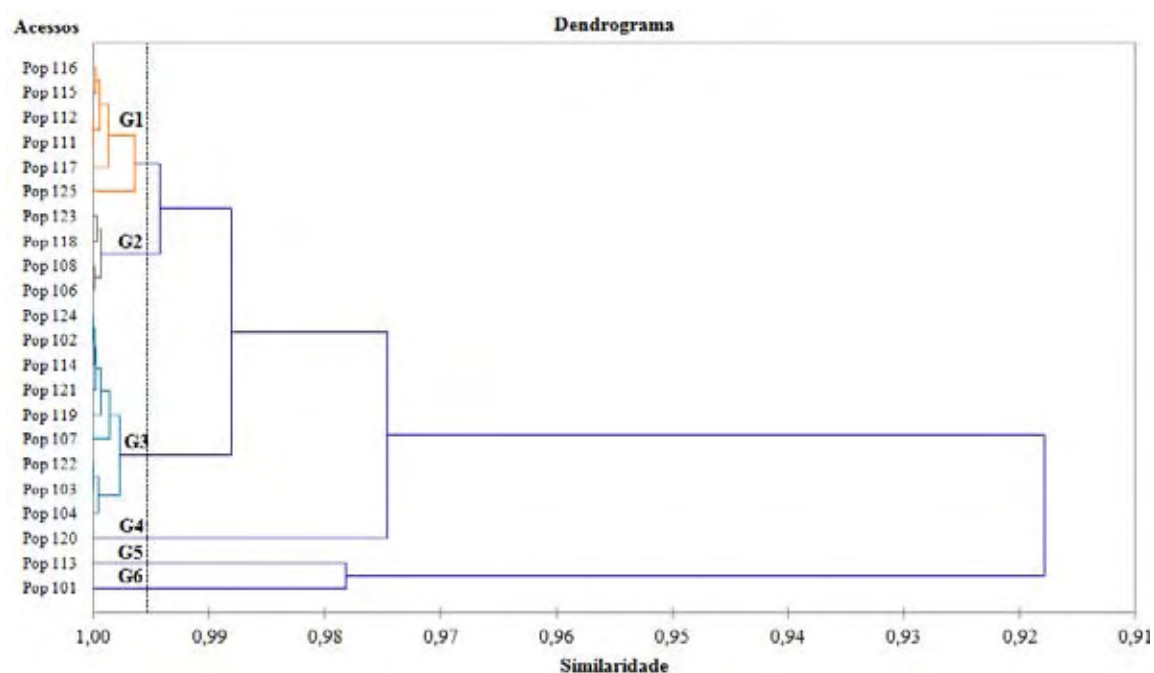


Figura 21. Dendrograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de *Lychnophora pinaster* Serra Branca no inverno de 2012, levando em conta a proporção relativa média do *trans*-cinamato de metila, *trans*-cariofileno, *alfa*-humuleno e óxido de cariofileno.

6.5.4. Estação: Primavera

Na primavera a ACP expressiu 99,29% da variação total nos primeiros componentes principais (eixos), sendo 71,83% para o primeiro eixo (D1) e 27,46% para o segundo eixo (D2) (Figura 22).

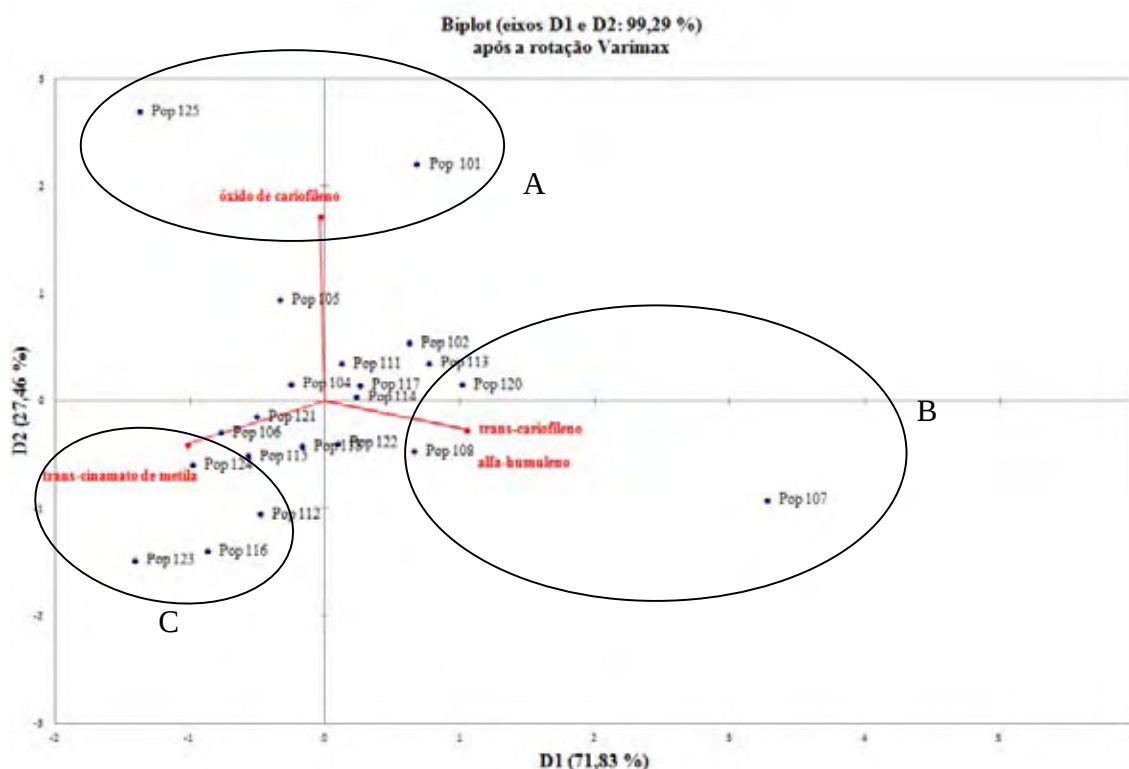


Figura 22. Padrão de divergência química entre os acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra Branca na primavera de 2012, Carrancas – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.

No eixo D1 estão mais correlacionados com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno os acessos Pop 107, Pop 108 e Pop 120 e para o de *trans*-cinamato de metila os acessos Pop 123, Pop 116, Pop 112 e Pop 124. No eixo D2 estão mais correlacionados com o acúmulo de óxido de cariofileno os acessos Pop 101 e Pop 125 (Figura 22).

A similaridade química entre os acessos pode ser visualizada na Figura 23, onde a análise CAH proporcionou o agrupamento da população em quatro grupos (G1, G2, G3 e G4), distintos.

Os acessos Pop 101 e Pop 125, correlacionados com o acúmulo de óxido de cariofileno, estão inseridos nos grupos G1 e G3, respectivamente. Neste último grupo estão inseridos, também, os acessos correlacionados com o acúmulo de *trans*-cinamato de

metila. Os acessos Pop 107, Pop 120 e Pop 108, correlacionados com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno, estão inseridos nos grupos G4, G2 e G1, respectivamente.

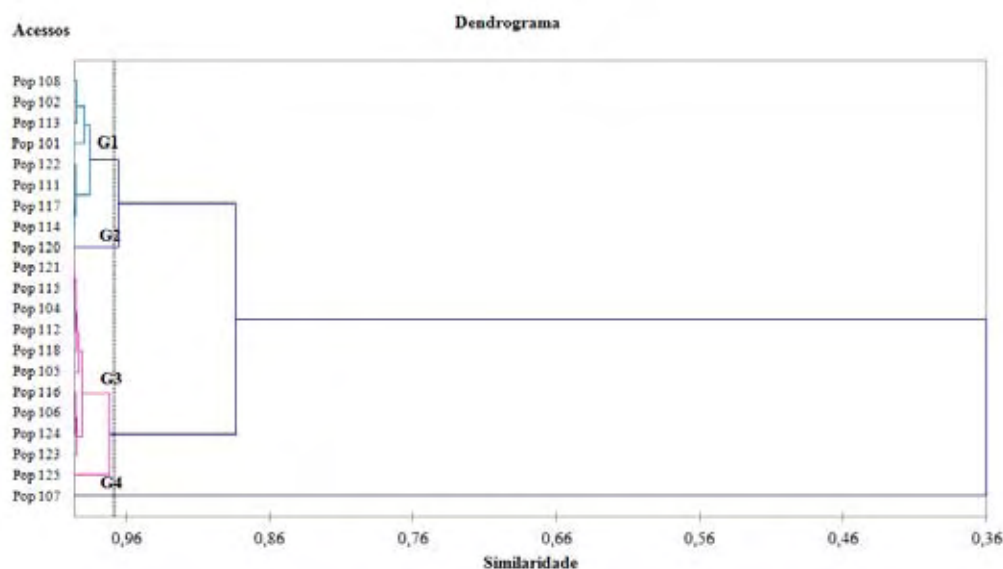


Figura 23. Dendrograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de *Lychnophora pinaster* Serra Branca na primavera de 2012, levando em conta a proporção relativa média do *trans*-cinamato de metila, *trans*-cariofileno, *alfa*-humuleno e óxido de cariofileno.

Com a ACP objetivou-se selecionar para a população Serra Branca (Carrancas) e as demais populações, como será discutido, os acessos que mais se correlacionaram com as quatro substâncias citadas em maior proporção relativa média ao longo das estações. Levou-se em conta, também, os resultados de comparação entre médias (Tukey) mais significativos e os valores mais expressivos de rendimento de óleo essencial, como pode ser verificado na Tabela 19.

É possível verificar no grupo discriminado pelo óxido de cariofileno pela ACP, que o acesso que mais se correlacionou ao longo das estações com o acúmulo da substância foi o acesso Pop 101, nas estações de outono, inverno e primavera (Figuras 18, 20 e 22), apresentando proporção relativa de 7,05%, 10,71% e 9,82% respectivamente (Tabela 19). Porém, o acesso apresentou baixo rendimento de óleo essencial durante as quatro estações do

ano (Tabela 19). Outros acessos que se correlacionaram, porém, em um menor número de estações com o acúmulo da substância, foram Pop 103 e Pop 125 (Tabela 19).

Para o *trans*-cariofileno foi observado que Pop 113 foi o acesso que mais se correlacionou com a substância ao longo das estações do ano pela ACP: no verão (24,73%), no outono (26,75%) e no inverno (28,63%) (Figuras 16, 18 e 20; Tabela 19). Porém, o acesso apresentou baixos valores de rendimento em óleo essencial, enquanto o acesso Pop 123, que se correlacionou no verão (21,93%) e no outono (28,48%) com a substância (Figuras 16 e 18; Tabela 19), apresentou o maior rendimento em óleo essencial do grupo (verão: 0,43%; outono 0,52%, inverno: 0,64% e primavera: 0,37%) (Tabela 19).

Para o *alfa*-humuleno os acessos Pop 113 e Pop 123 foram os que mais se sobressaíram dos demais. Pelo teste de Tukey, o acesso Pop 113 foi o que apresentou a maior proporção relativa da substância no verão (7,11%), no outono (8,15%) e no inverno (8,15%) (Tabela 19).

Em relação ao grupo discriminado pelo *trans*-cinamato de metila pela ACP, o que mais se correlacionou ao longo das estações do ano com o acúmulo da mesma foi o acesso Pop 112, com proporções relativas de 69,48% no verão, 72,77% no outono e 65,14% na primavera (Figuras 16, 18 e 22; Tabela 19). Porém, ao longo do ano o rendimento de óleo essencial diminuiu para o referido acesso (verão: 0,42%; outono: 0,18%, inverno: 0,10% e primavera: 0,10%) (Tabela 19), enquanto que o acesso Pop 119, que se correlacionou com o *trans*-cinamato de metila no verão (77,33%), no outono (69,24%) e no inverno (79,02%) (Figuras 18, 20 e 22; Tabela 19), apresentou o melhor rendimento do grupo: verão: 0,97%; outono: 0,81% e inverno: 1,14% (Tabela 19).

Por fim, sugere-se dos 25 acessos amostrados na população Serra Branca, os inseridos na Tabela 19 como os mais indicados para uma pré-seleção para estudos de melhoramento vegetal.

Tabela 19. Acessos de *Lychnophora pinaster* da população Serra Branca que se correlacionaram ao longo das estações do ano com o acúmulo das quatro substâncias com maior proporção relativa (PR) identificadas nos óleos essenciais pela Análise de Componentes Principais (ACP), significância pelo teste de Tukey, e rendimento de óleo essencial (Rd).

Verão			Outono			Inverno			Primavera		
Acesso -ACP-	PR (%)	Rd (%)	Acesso -ACP-	PR (%)	Rd (%)	Acesso -ACP-	PR (%)	Rd (%)	Acesso -ACP-	PR (%)	Rd (%)
óxido de cariofileno											
101 (nc)	8,11 b	0,05	101 (c)	7,05 abc	0,12	101 (c)	10,71 b	0,17	101 (c)	9,82 b	0,02
103 (c)	11,74 a	-----	103 (c)	7,41 a	-----	103 (nc)	-----	-----	103 (nc)	-----	-----
125 (nc)	8,14 b	-----	125 (nc)	5,78 abcde	0,05	125 (c)	10,07 b	0,05	125 (c)	11,01 a	0,01
trans-cariofileno											
108 (nc)	22,04 bcd	0,06	108 (nc)	15,83 gh	0,13	108 (c)	21,06 bc	0,08	108 (c)	28,90 b	0,04
111 (c)	23,43 ab	0,15	111 (c)	22,51 b	0,08	111 (nc)	17,94 bcde	0,08	111 (nc)	24,16 fg	0,04
113 (c)	24,73 a	0,0005	113 (c)	26,75 b	0,10	113 (c)	28,63 a	0,07	113 (nc)	28,34 bc	0,03
118 (c)	21,27 bcd	0,13	118 (c)	25,35 bc	0,15	118 (nc)	19,72 bc	0,24	118 (nc)	22,37 gh	0,24
123 (c)	21,93 bcd	0,43	123 (c)	28,48 a	0,52	123 (nc)	20,55 bc	0,64	123 (nc)	14,05 l	0,37
alfa-humuleno											
108 (nc)	6,50 ab	0,06	108 (nc)	4,43 hij	0,13	108 (c)	5,97 bc	0,08	108 (c)	8,39 b	0,04
111 (c)	6,36 b	0,15	111 (c)	4,95 cde	0,08	111 (nc)	4,95 cde	0,08	111 (nc)	6,91 cd	0,04
113 (c)	7,11 a	0,0005	113 (c)	8,15 a	0,10	113 (c)	8,15 a	0,07	113 (nc)	8,27 b	0,03
118 (c)	6,28 b	0,13	118 (c)	5,88 bcd	0,15	118 (nc)	5,88 bcd	0,24	118 (nc)	6,62 de	0,24
123 (c)	6,54 ab	0,43	123 (c)	6,32 b	0,52	123 (nc)	6,32 b	0,64	123 (nc)	4,04 i	0,37
trans-cinamato de metila											
112 (c)	69,48 b	0,42	112 (c)	72,77 a	0,18	112 (nc)	65,30 efgh	0,10	112 (c)	65,14 c	0,10
116 (c)	69,40 b	0,71	116 (nc)	65,48 cde	0,92	116 (nc)	71,19 cd	0,77	116 (c)	69,77 b	0,40
119 (c)	77,33 a	0,97	119 (c)	69,24 b	0,81	119 (c)	79,02 ab	1,14	119 (nc)	-----	-----
124 (nc)	57,29 gh	0,09	124 (c)	67,33 bcd	0,06	124 (nc)	70,51 cde	0,10	124 (c)	68,89 b	0,04

* (nc): não se correlacionou e (c): correlacionou-se na estação (coluna) com a substância pela Análise de Componentes Principais.

**Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

6.6. Análise de Componentes Principais (ACP) aplicada as quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial da população Serra do Salto em função da sazonalidade

A ACP aplicada à proporção relativa média das quatro substâncias com maior proporção relativa média identificadas no óleo essencial de Serra do Salto reproduziu a separação dos acessos da população em três grupos distintos nas estações do verão, outono e da primavera, sendo as substâncias responsáveis pela discriminação dos mesmos o óxido de cariofileno (grupo A), o *trans*-cariofileno e o *alfa*-humuleno (grupo B) e o *trans*-cinamato de metila (grupo C) (Figuras 24, 26, 28 e 30).

No inverno a ACP reproduziu a separação dos acessos em dois grupos, sendo o *trans*-cariofileno, o *alfa*-humuleno e o óxido de cariofileno as substâncias responsáveis pela discriminação do grupo A e o *trans*-cinamato de metila responsável pela discriminação do grupo B (Figura 30).

6.6.1. Estação: Verão

No verão a ACP expressou 95,67% da variação total nos primeiros componentes principais (eixos), sendo 70,28 % para o primeiro eixo (D1) e 25,39% para o segundo eixo (D2) (Figura 24).

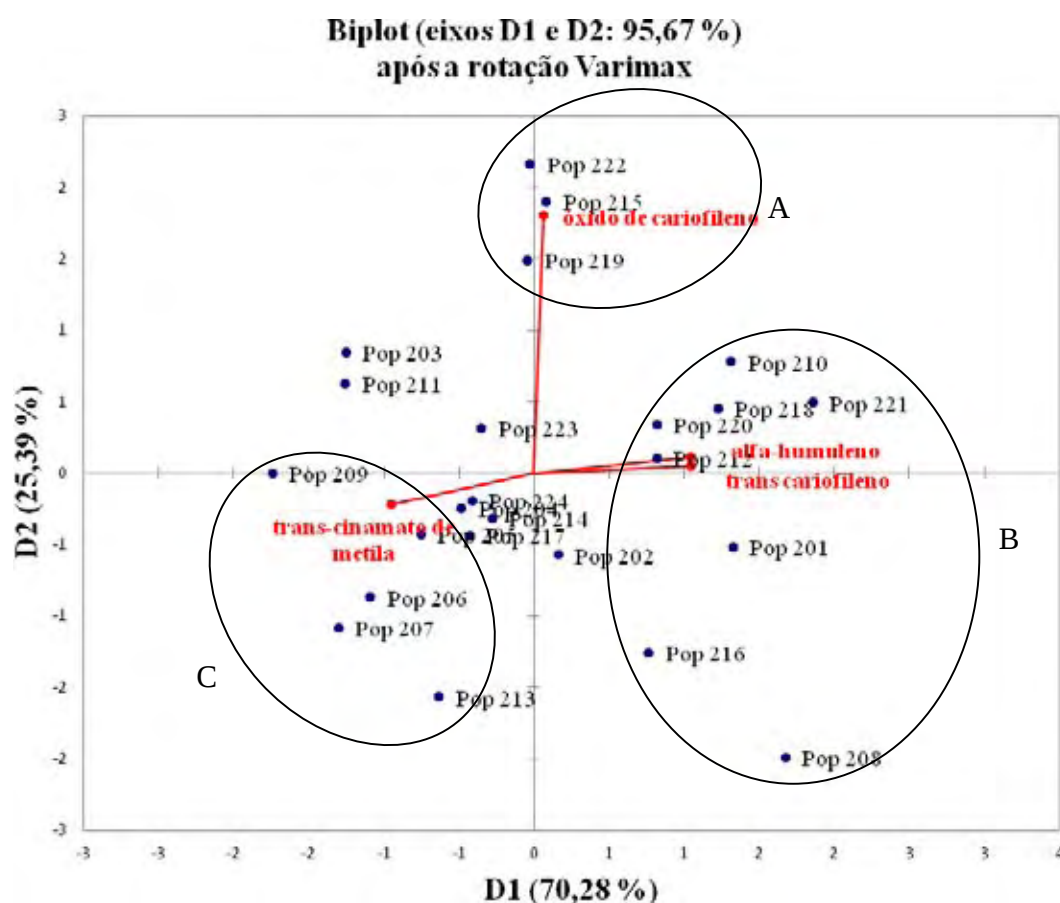


Figura 24. Padrão de divergência química entre os acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra do Salto no verão de 2012, Carrancas – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.

No eixo D1 os acessos Pop 212, Pop 220, Pop 218, Pop 221, Pop 210, Pop 201, Pop 216 e Pop 208 estão mais correlacionados com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno. Para o *trans*-cinamato de metila estão mais correlacionados os acessos Pop 213, Pop 207, Pop 206, Pop 209 e Pop 205. No eixo D2 os que mais se correlacionaram com o acúmulo de óxido de cariofileno foram os acessos Pop 219, Pop 215 e Pop 222 (Figura 24)

Os acessos amostrados mostraram-se bastante similares quimicamente, estando discriminados em três grupos (G1, G2 e G3) pela CAH, sendo os grupos G1 e G2 compostos pelos acessos que se correlacionaram com o acúmulo de *trans*-

cariofileno e *alfa*-humuleno e o grupo G3, pelos acessos que se correlacionaram com o *trans*-cinamato de metila e óxido de cariofileno, assim como os demais acessos inseridos no segundo, terceiro e quarto quadrante do gráfico de escores (Figuras 24 e 25).

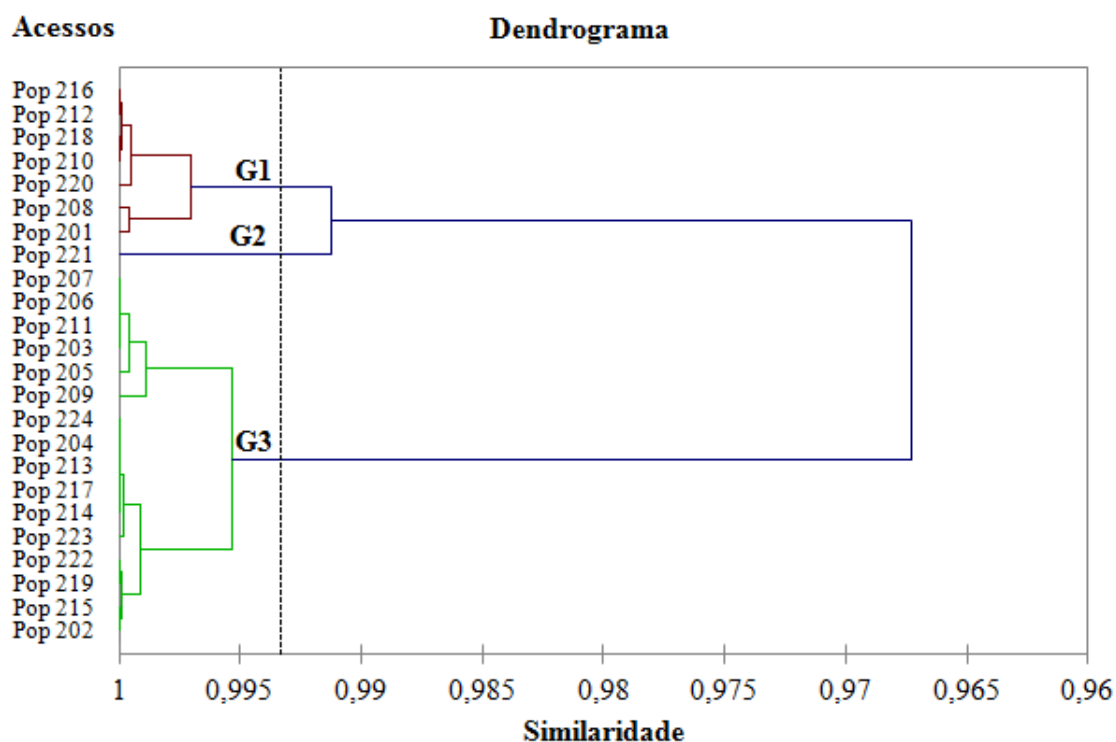


Figura 25. Dendrograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de *Lychnophora pinaster* Serra do Salto no verão de 2012, levando em conta a proporção relativa média do *trans*-cinamato de metila, *trans*-cariofileno, *alfa*-humuleno e óxido de cariofileno.

6.6.2. Estação: Outono

No outono a ACP expressou 97,40% da variação total nos primeiros componentes principais (eixos), sendo 70,61% para o primeiro eixo (D1) e 26,79% para o segundo eixo (D2) (Figura 26).

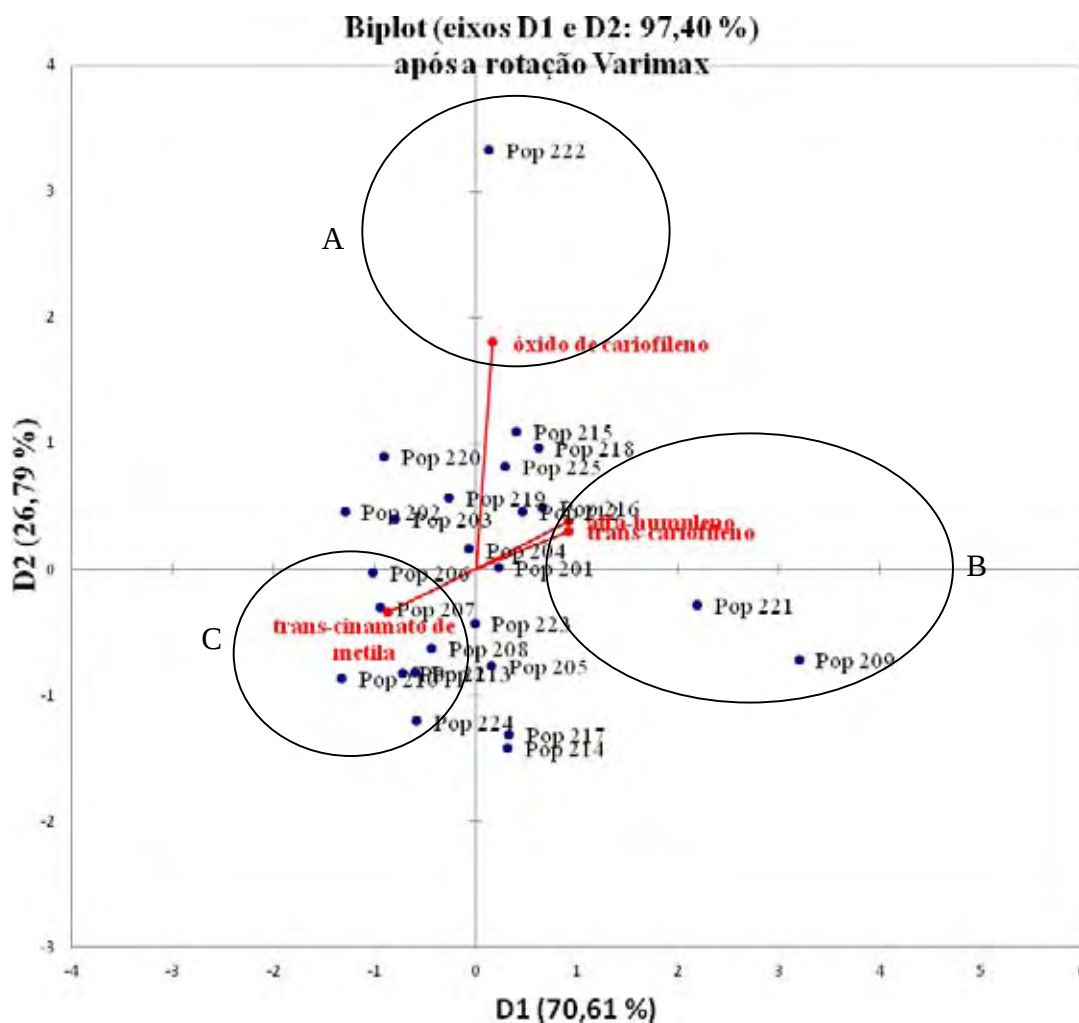


Figura 26. Padrão de divergência química entre os acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra do Salto no outono de 2012, Carrancas – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.

No eixo D1, os acessos que mais se correlacionaram com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno foram Pop 221 e Pop 209 e com o do *trans*-cinamato de metila os acessos Pop 224, Pop 210, Pop 213, Pop 211, Pop 208, Pop 207 e Pop 206. No eixo D2 o acesso Pop 222 foi o que mais se correlacionou com o acúmulo de óxido de cariofileno (Figura 26).

Analisando os gráficos de escores referentes ao verão (Figura 24) e ao outono (Figura 26) é possível constatar que, no outono, um número menor de acessos se correlacionaram com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno e um maior número com o de *trans*-cinamato de metila.

Embora subdividida pela análise CAH em cinco grupos, os mesmos mostraram-se bastante similares quimicamente (Figura 27). Nos grupos G1 e G2 estão inseridos os acessos correlacionados com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno. Os acessos correlacionados com o acúmulo de *trans*-cinamato de metila estão distribuídos entre os grupos G3 e G4, enquanto o acesso Pop 222, correlacionado com o acúmulo de óxido de cariofileno, encontra-se inserido no grupo G5.

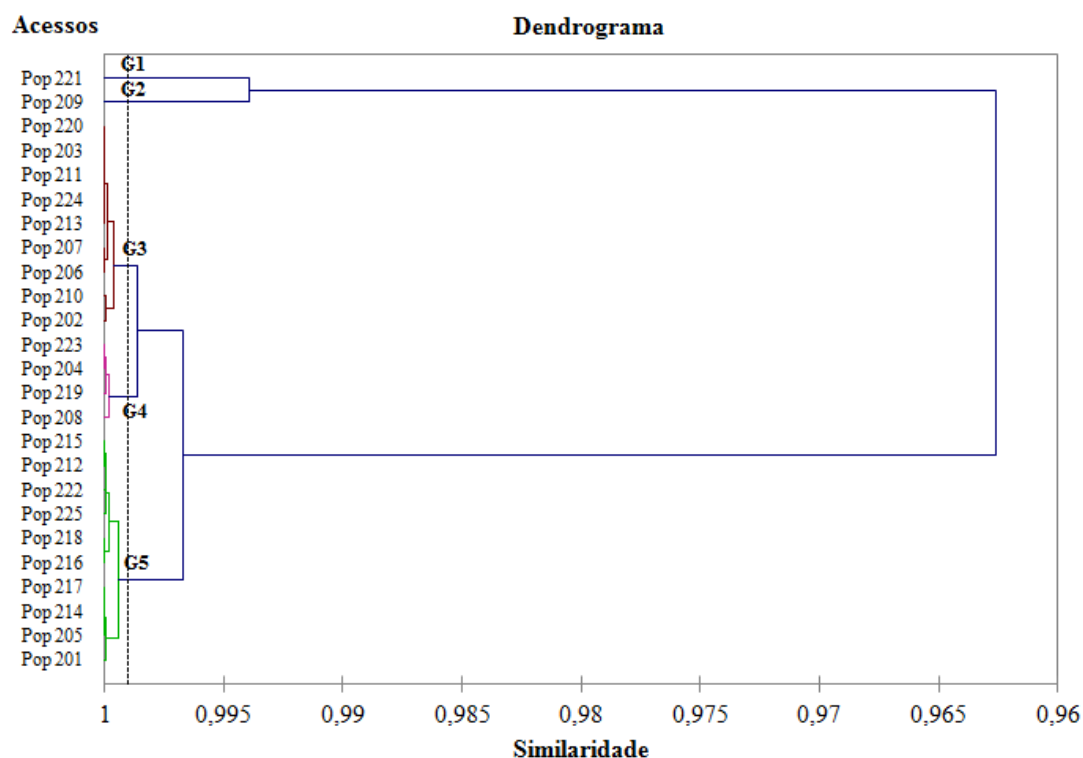


Figura 27. Dendrograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de *Lychnophora pinaster* Serra do Salto no outono de 2012, levando em conta a proporção relativa média do *trans*-cinamato de metila, *trans*-cariofileno, *alfa*-humuleno e óxido de cariofileno.

6.6.3. Estação: Inverno

No inverno a ACP exprimiou 99,13% da variação total das variáveis originais nos primeiros componentes principais (eixos), sendo 63,55% para o primeiro eixo (D1) e 35,58% para o segundo eixo (D2) (Figura 28).

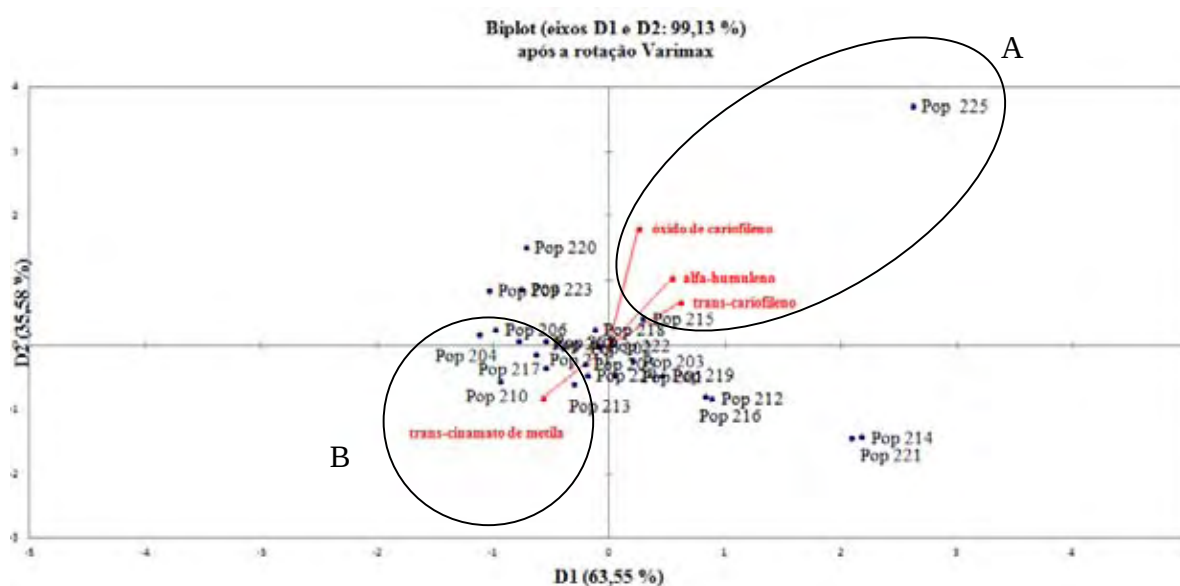


Figura 28. Padrão de divergência química entre os acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra do Salto no inverno de 2012, Carrancas – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.

Nesta estação, a proporção relativa de *trans*-cinamato de metila entre os acessos da população Serra do Salto variou de 45,05% (acesso Pop 225) a 86,89% (acesso Pop 210) (Tabela 10) sendo, que 92% dos acessos da população apresentaram proporções relativas acima de 74%. No eixo D1 os acessos que mais se correlacionaram com o acúmulo da substância foram: Pop 210, Pop 204, Pop 206, Pop 217, Pop 211 e Pop 213 (Figura 28).

No eixo D2 o único acesso que se correlacionou com o acúmulo de óxido de cariofileno, *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno foi o Pop 225 (Figura 28),

apresentando proporções relativas de 30,61%, 13,53% e 7,28%, respectivamente (Tabela 10). Estes valores são altos quando comparados aos obtidos pelos demais acessos estudados.

Os dados expostos levaram a um agrupamento, onde é possível observar uma alta similaridade química entre os grupos (G1 a G5). A diferença apresentada pelo acesso Pop 225, citado anteriormente, proporcionou a formação do grupo G5 (Figura 29).

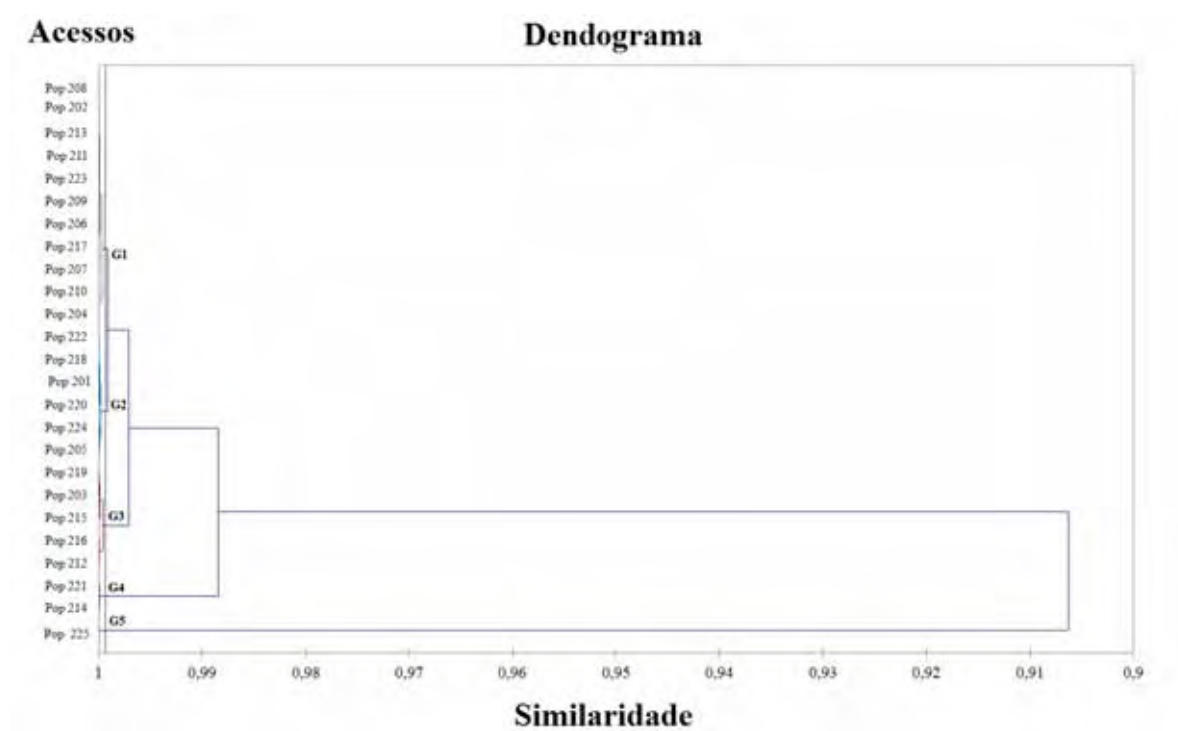


Figura 29. Dendrograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de *Lychnophora pinaster* Serra do Salto no inverno de 2012, levando em conta a proporção relativa média do *trans*-cinamato de metila, *trans*-cariofileno, *alfa*-humuleno e óxido de cariofileno.

6.6.4. Estação: Primavera

Na primavera a ACP expressou 98,90% da variação total nos primeiros componentes principais (eixos), sendo 73,41% para o primeiro eixo (D1) e 25,41% para o segundo eixo (D2) (Figura 30).

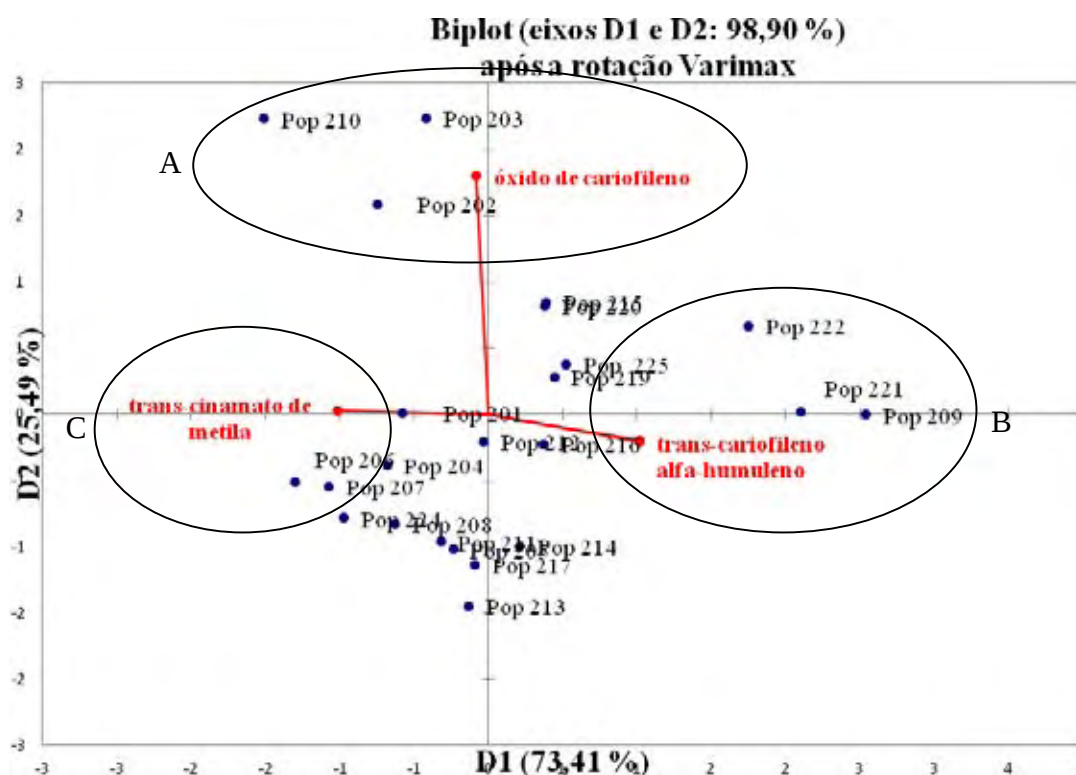


Figura 30. Padrão de divergência química entre os acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra do Salto na primavera de 2012, Carrancas – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.

No eixo D1 os acessos que se correlacionaram com o acúmulo de *trans*-cinamato de metila foram Pop 206 e Pop 207, enquanto os acessos Pop 209, Pop 221 e Pop 222 se correlacionaram com o *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno. No eixo D2 estão correlacionados com o acúmulo de óxido de cariofileno os acessos Pop 203, Pop 210 e Pop 202 (Figura 30).

A população foi dividida em quatro grupos pela CAH, agrupados com mais de 97% de similaridade (Figura 31), onde os acessos correlacionados com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno estão distribuídos entre os grupos G3 (Pop 221 e Pop 222) e G4 (Pop 209), enquanto que os acessos correlacionados com o de óxido de cariofileno e *trans*-cinamato de metila estão agrupados no grupo G1 (Figura 31).

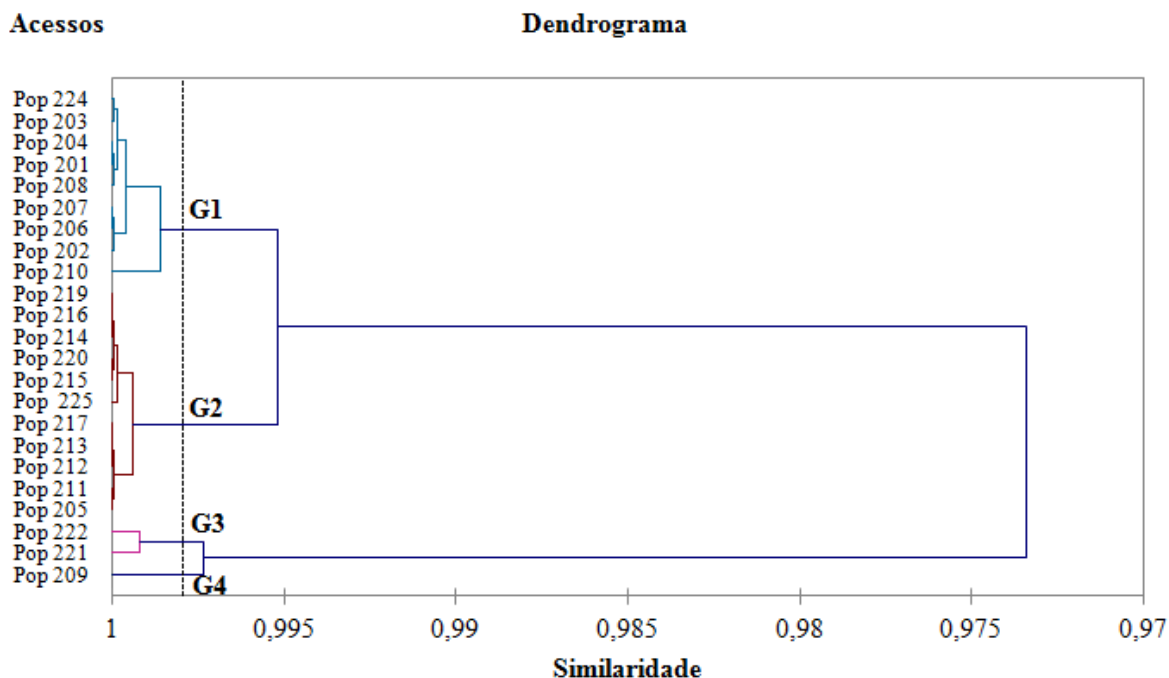


Figura 31. Dendrograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de *Lychnophora pinaster* Serra do Salto na primavera de 2012, levando em conta a proporção relativa média do *trans*-cinamato de metila, *trans*-cariofileno, *alfa*-humuleno e óxido de cariofileno.

Diante destas considerações, é possível observar na Tabela 20 os acessos da população Serra do Salto (Carrancas) que mais se correlacionaram com o *trans*-cinamato de metila, *trans*-cariofileno, *alfa*-humuleno e óxido de cariofileno ao longo das estações do ano de 2012 pela ACP.

Pela ACP o acesso Pop 222 foi o que mais se correlacionou com o acúmulo de óxido de cariofileno nas estações de verão e outono, com proporção relativa de 2,35% e 2,80%, respectivamente (Figuras 24 e 26; Tabela 20). O acesso apresentou rendimento de óleo essencial de 0,44% no verão, 0,49% no outono, 0,40% no inverno e de 0,17% na primavera (Tabela 20).

Pop 221 foi o acesso que mais se correlacionou com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno no verão (*trans*-cariofileno: 24,05%; *alfa*-humuleno:

6,84%), no outono (*trans*-cariofileno: 21,24%; *alfa*-humuleno: 6,24%) e na primavera (*trans*-cariofileno: 21,39%; *alfa*-humuleno: 6,32%) (Figuras 24, 26 e 30; Tabela 20). O acesso apresentou rendimento de óleo essencial acima de 0,50% em todas as estações do ano (Tabela 20).

Para o acúmulo de *trans*-cinamato de metila o acesso Pop 206 foi o único acesso que se correlacionou com a substância em todas as estações do ano pela ACP (Figuras 24, 26, 28 e 30) e pelo teste de Tukey foi o que se destacou significativamente dos demais do grupo para as proporções relativas desta substância (82,14% no verão, 83,32% no outono, 85,16% no inverno e 83,42% na primavera) (Tabela 20). Quanto ao rendimento de óleo essencial, o maior valor foi de 0,68% no inverno, estação onde verificou-se a maior proporção relativa de *trans*-cinamato de metila (Tabela 20). Nas demais estações foi registrado para Pop 206 o rendimento de 0,62% no verão, 0,60% no outono e de 0,45% na primavera (Tabela 20).

Outro acesso que se destacou para o acúmulo de *trans*-cinamato de metila ao longo das estações do verão, outono e inverno foi Pop 213 (Figuras 24, 26 e 28). O mesmo apresentou proporção relativa de 82,50% da substância no inverno (Tabela 20). Pop 213 apresentou do grupo, os maiores rendimentos de óleo essencial no outono (0,78) e na primavera (0,75%) (Tabela 20).

Por fim, sugere-se dos 25 acessos amostrados na população Serra do Salto, os inseridos na Tabela 20 como os mais indicados para uma pré-seleção para estudos de melhoramento vegetal.

Tabela 20. Acessos de *Lychnophora pinaster* da população Serra do Salto que se correlacionaram ao longo das estações do ano com o acúmulo das quatro substâncias com maior proporção relativa (PR) identificadas nos óleos essenciais pela Análise de Componentes Principais (ACP), significância pelo teste de Tukey, e rendimento de óleo essencial (Rd).

Verão			Outono			Inverno			Primavera		
Acesso -ACP-	PR (%)	Rd (%)	Acesso -ACP-	PR (%)	Rd (%)	Acesso -ACP-	PR (%)	Rd (%)	Acesso -ACP-	PR (%)	Rd (%)
-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-
óxido de cariofileno											
222 (c)	2,35 a	0,44	222 (c)	2,80 a	0,49	222 (nc)	1,93 cdefg	0,40	222 (nc)	2,27 bc	0,17
trans-cariofileno											
209 (nc)	5,34 m	0,92	209 (c)	26,40 a	0,46	209 (nc)	7,77 hi	0,36	209 (c)	22,69 a	0,32
221 (c)	24,05 a	0,58	221 (c)	21,24 b	0,56	221 (nc)	19,41 b	0,82	221 (c)	21,39 b	0,75
alfa-humuleno											
209 (nc)	1,57 k	0,92	209 (c)	7,30 a	0,46	209 (nc)	2,61 fghij	0,36	209 (c)	6,69 a	0,32
221 (c)	6,84 a	0,58	221 (c)	6,24 b	0,56	221 (nc)	5,88 b	0,82	221 (c)	6,32 b	0,75
trans-cinamato de metila											
206 (c)	82,14 a	0,62	206 (c)	83,32 a	0,60	206 (c)	85,16 abc	0,68	206 (c)	83,42 ab	0,45
207 (c)	77,71 bc	0,35	207 (c)	74,23 efgh	0,48	207 (nc)	81,09 gh	0,48	207 (c)	78,27 de	0,33
213 (c)	72,50 def	0,35	213 (c)	75,09 defg	0,78	213 (c)	82,50 efg	0,53	213 (nc)	75,78 g	0,75

* (nc): não se correlacionou e (c): correlacionou-se na estação (coluna) com a substância pela Análise de Componentes Principais.

**Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

6.7. Análise de Componentes Principais (ACP) aplicada as quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial da população Serra da Arnica em função da sazonalidade

A ACP aplicada as quatro substâncias com maior proporção relativa média identificadas no óleo essencial da população Serra da Arnica reproduziu a separação dos acessos da população em três grupos distintos, sendo as substâncias responsáveis pela discriminação dos mesmos o óxido de cariofileno (grupo A), o *trans*-cariofileno e o *alfa*-humuleno (grupo B) e o *trans*-cinamato de metila (grupo C).

6.7.1. Estação: Verão

No verão a ACP expressou 79,80% da variação total nos primeiros componentes principais (eixos), sendo 53,76 % para o primeiro eixo (D1) e 26,05% para o segundo eixo (D2) (Figura 32).

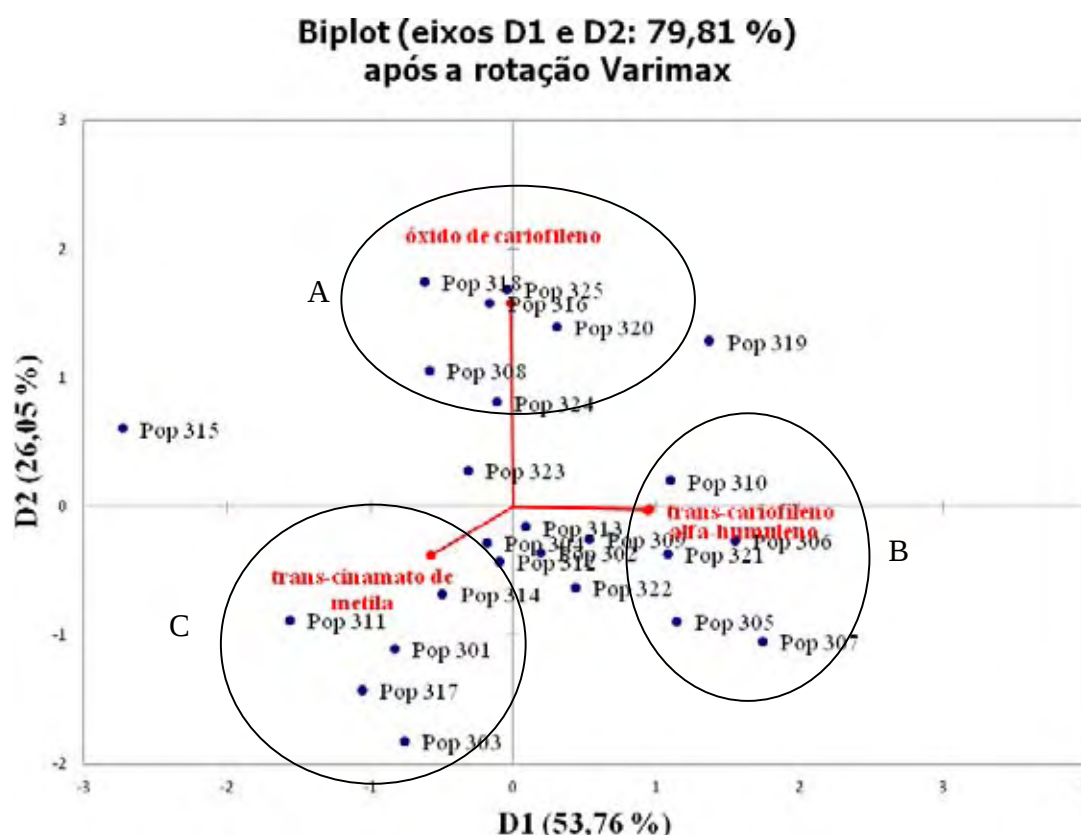


Figura 32. Padrão de divergência química entre os acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra da Arnica no verão de 2012, Ingaí – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.

No eixo D1 os acessos que mais se correlacionaram com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno foram Pop 310, Pop 321, Pop 306, Pop 305 e Pop 307 e para o *trans*-cinamato de metila os acessos Pop 311, Pop 317, Pop 303, Pop 301 e Pop 314. No eixo D2 os acessos mais correlacionados com o acúmulo de óxido de cariofileno foram: Pop 318, Pop 325, Pop 316, Pop 320, Pop 308 e Pop 324 (Figura 32).

A análise CAH proporcionou a divisão dos acessos em três grupos, que entre si são similares quimicamente (Figura 33). Os acessos correlacionados com o acúmulo de óxido de cariofileno e *trans*-cinamato de metila fazem parte do grupo G1. O acesso Pop 315 (inserido no quarto quadrante do gráfico de escores) formou o grupo isolado G2 e os

acessos correlacionados com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno estão inseridos no grupo G3 (Figuras 32 e 33).

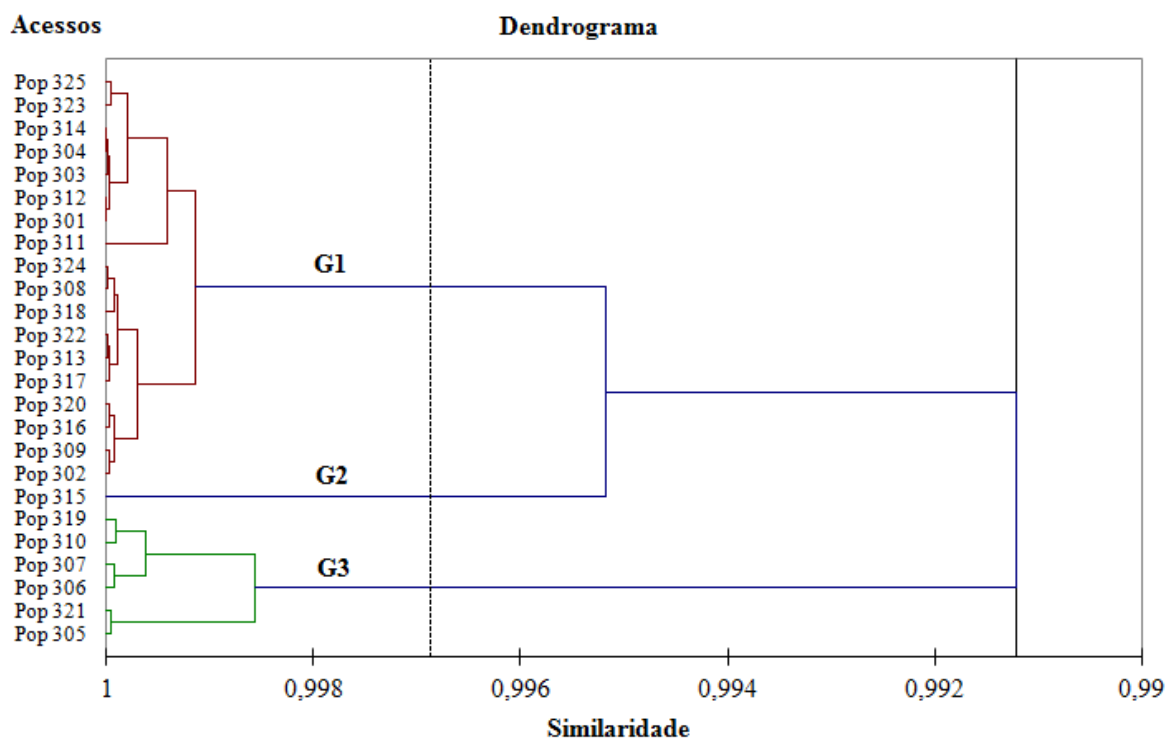


Figura 33. Dendrograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de *Lychnophora pinaster* Serra da Arnica no verão de 2012, levando em conta a proporção relativa média do *trans*-cinamato de metila, *trans*-cariofileno, *alfa*-humuleno e óxido de cariofileno.

6.7.2. Estação: Outono

No outono a ACP expressou 75,72% da variação total nos primeiros componentes principais, sendo 49,85% para o primeiro eixo (D1) e 25,87% para o segundo eixo (D2) (Figura 34).

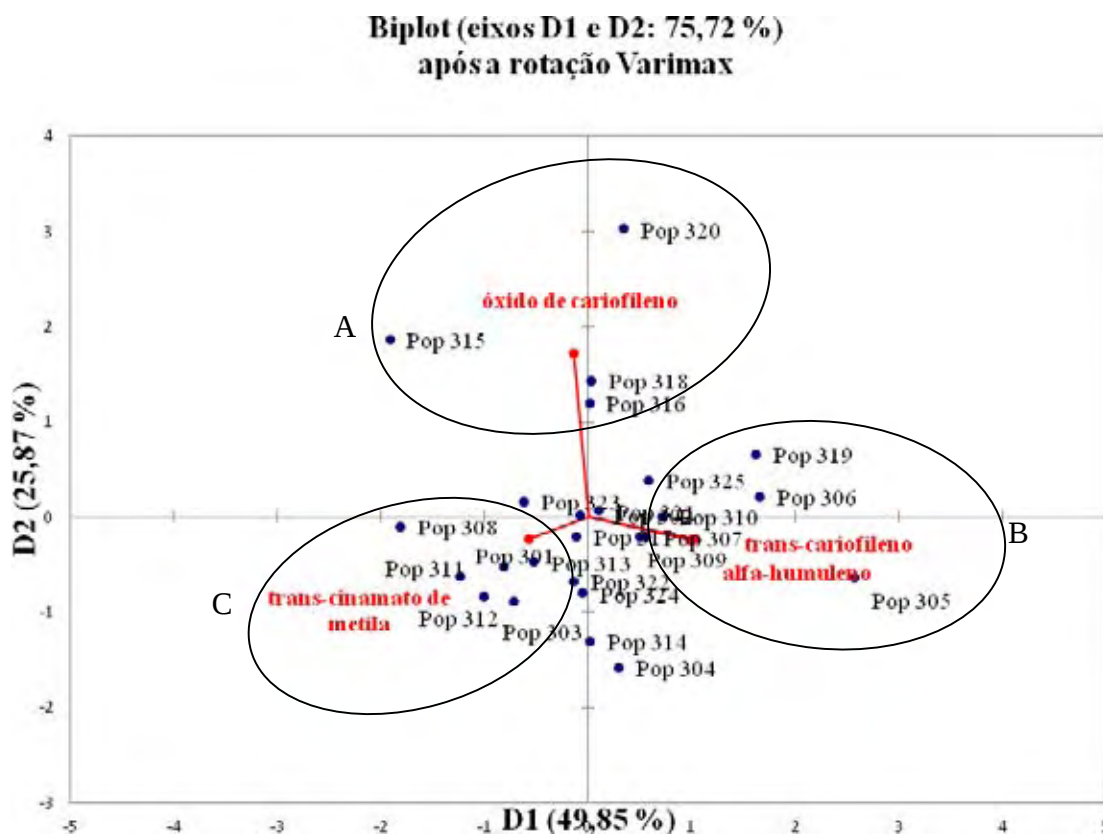


Figura 34. Padrão de divergência química entre os acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra da Arnica no outono de 2012, Ingaí – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.

É possível visualizar no gráfico de escores que no eixo D1 os acessos que mais se correlacionaram com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno foram Pop 319, Pop 306, Pop 305 e Pop 310, enquanto para o *trans*-cinamato de metila foram os acessos Pop 311, Pop 312, Pop 303, Pop 308, Pop 301 e Pop 313. Para o acúmulo de óxido de cariofileno, no eixo D2, os que mais se correlacionaram foram: Pop 320, Pop 315, Pop 318 e Pop 316 (Figura 34).

Nesta estação houve pela CAH o agrupamento da população em seis grupos, também, bastante similares entre si, onde os acessos correlacionados com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno formaram o grupo G1 (composto por Pop 319 e Pop 306)

e G6 (composto pelo acesso Pop 305) e o grupo G2 é composto Pop 304, inserido no segundo quadrante do gráfico de escores (Figuras 34 e 35).

Os acessos correlacionados com o acúmulo de *trans*-cinamato de metila estão agrupados no grupo G3, assim como os acessos Pop 318 e Pop 316, que estão correlacionados com o acúmulo de óxido de cariofileno. O grupo G4 é formado pelo acesso Pop 315 (correlacionado com o acúmulo de óxido de cariofileno). O grupo G5 formado pelos acessos Pop 320 (correlacionado com o acúmulo de óxido de cariofileno), Pop 325 (primeiro quadrante do gráfico de escores), acessos Pop 310, Pop 309, Pop 307 e Pop 314 (segundo quadrante do gráfico de escores) e Pop 324 (terceiro quadrante gráfico de escores) (Figuras 34 e 35).

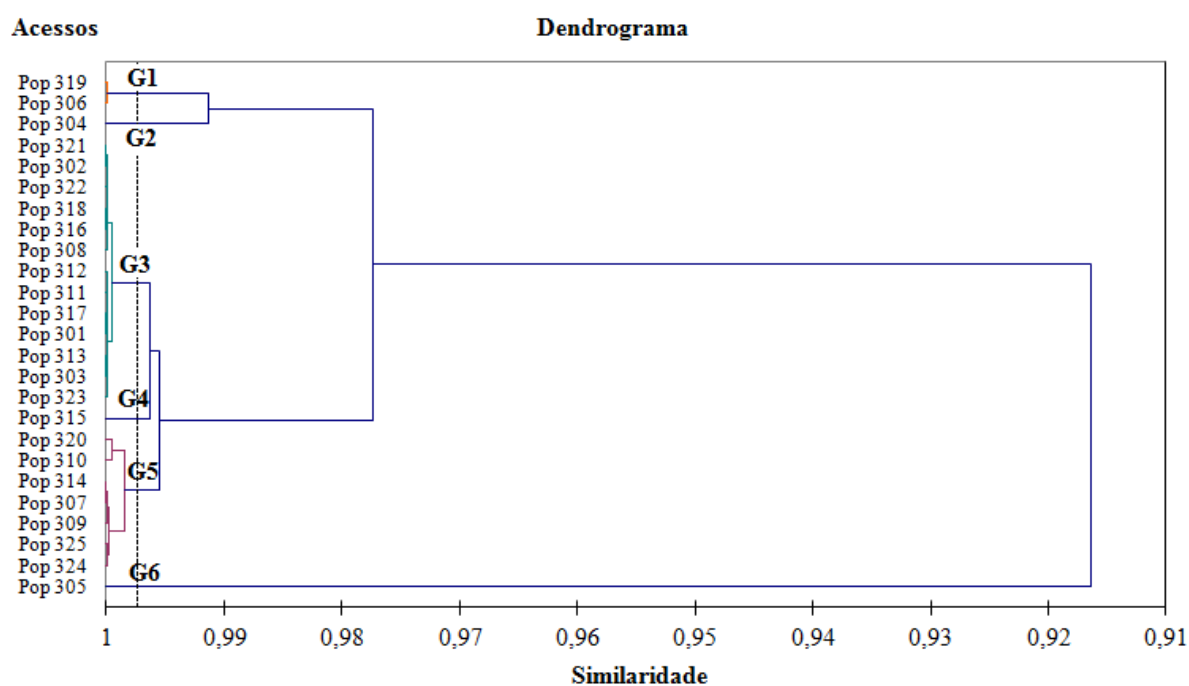


Figura 35. Dendrograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de *Lychnophora pinaster* Serra da Arnica no outono de 2012, levando em conta a proporção relativa média do *trans*-cinamato de metila, *trans*-cariofileno, *alfa*-humuleno e óxido de cariofileno.

6.7.3. Estação: Inverno

No inverno a ACP exprimiou 97,80% da variação total nos primeiros componentes principais (eixos), sendo 72,35% para o primeiro eixo (D1) e 25,27% para o segundo eixo (D2) (Figura 36).

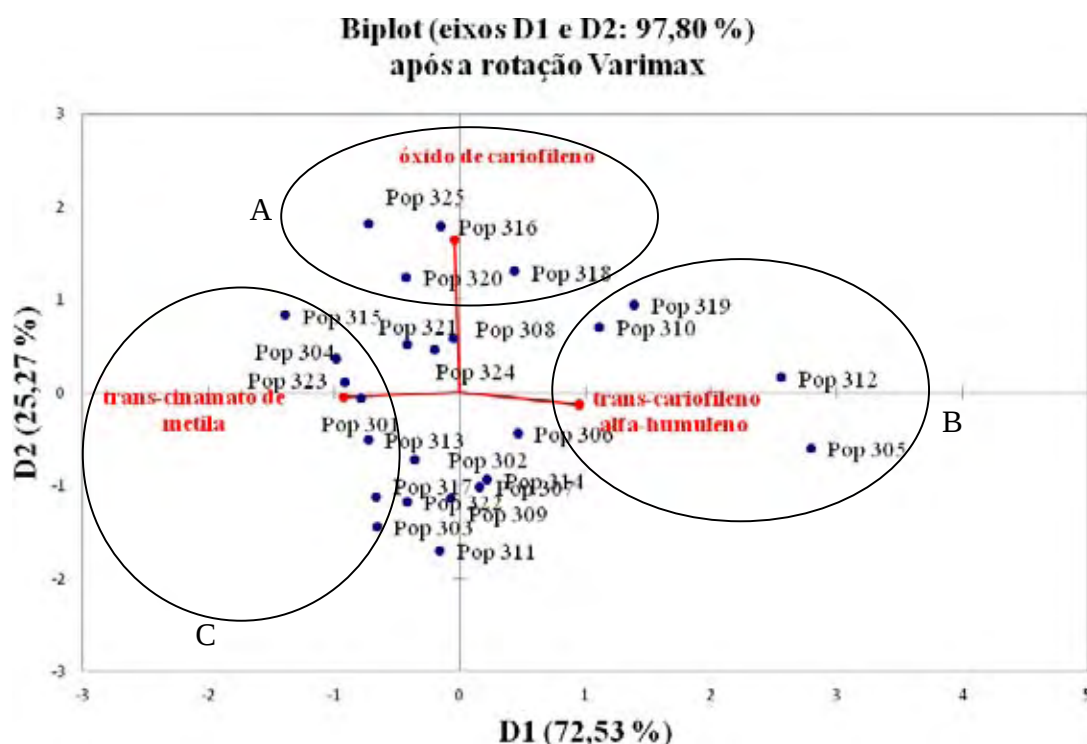


Figura 36. Padrão de divergência química entre os acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra da Arnica no inverno de 2012, Ingaí – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.

No eixo D1 é possível constatar que os acessos Pop 312, Pop 305, Pop 319 e Pop 310 foram os que mais se correlacionaram com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno e os acessos Pop 323, Pop 304, Pop 301, Pop 315, Pop 313, Pop 303 e Pop 317

com o de *trans*-cinamato de metila. No eixo D2 os acessos Pop 325, Pop 316, Pop 318 e Pop 320 foram os mais correlacionados com o acúmulo de óxido de cariofileno (Figura 36).

A CAH proporcionou a discriminação dos acessos em seis grupos. Analizando a Figura 36 é possível notar que a maioria dos acessos situados no terceiro e quarto quadrantes do gráfico de escores, mostraram-se altamente similares e compõem o grupo G1. O acesso Pop 315, correlacionado ao *trans*-cinamato de metila, compõe o grupo G3 (Figura 37).

Os acessos correlacionados com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno compõem os grupos G4 (formado pelos acessos Pop 319 e Pop 320), G5 (formado pelo acesso Pop 312) e G6 (formado pelo acesso 305). O grupo G2 é formado pelos acessos Pop 307, Pop 314, Pop 306 e Pop 318, inseridos no primeiro e segundo quadrante e Pop 309 e Pop 311, inseridos no terceiro quadrante do gráfico de escores (Figuras 36 e 37).

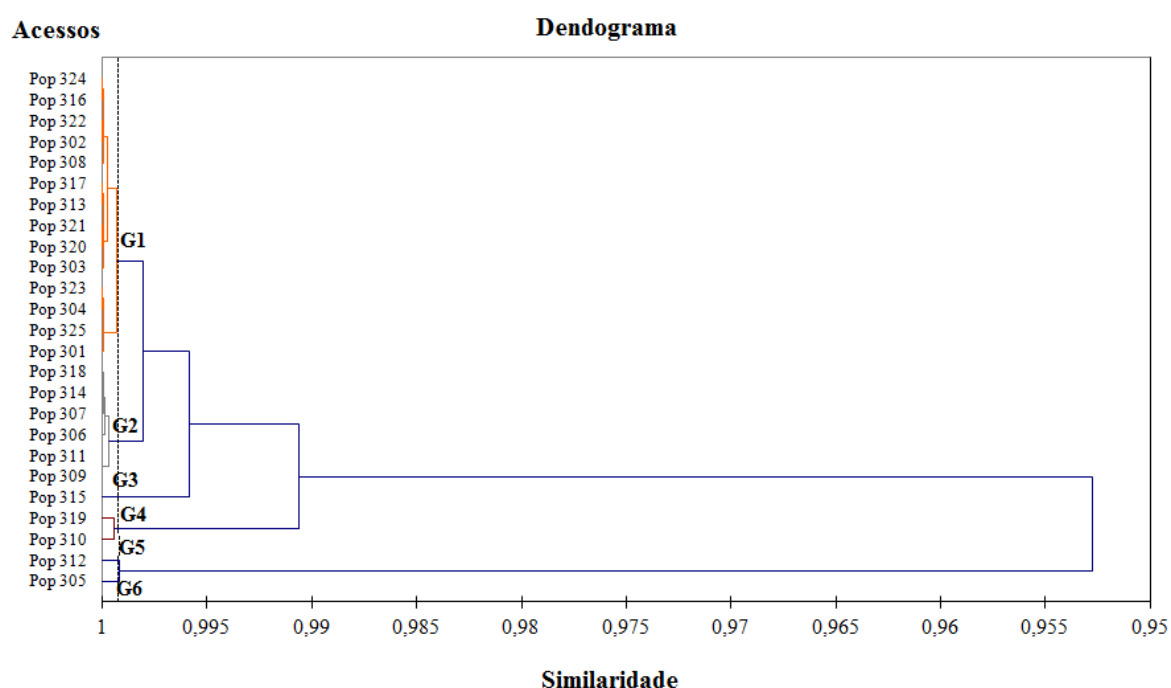


Figura 37. Dendrograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de *Lychnophora pinaster* Serra da Arnica no inverno de 2012, levando em conta a proporção relativa média do *trans*-cinamato de metila, *trans*-cariofileno, *alfa*-humuleno e do óxido de cariofileno.

6.7.4. Estação: Primavera

Na primavera a ACP exprimiou 96,01% da variação total nos primeiros componentes principais (eixos), sendo 62,61% para o primeiro eixo (D1) e 33,39% para o segundo eixo (D2) (Figura 38).

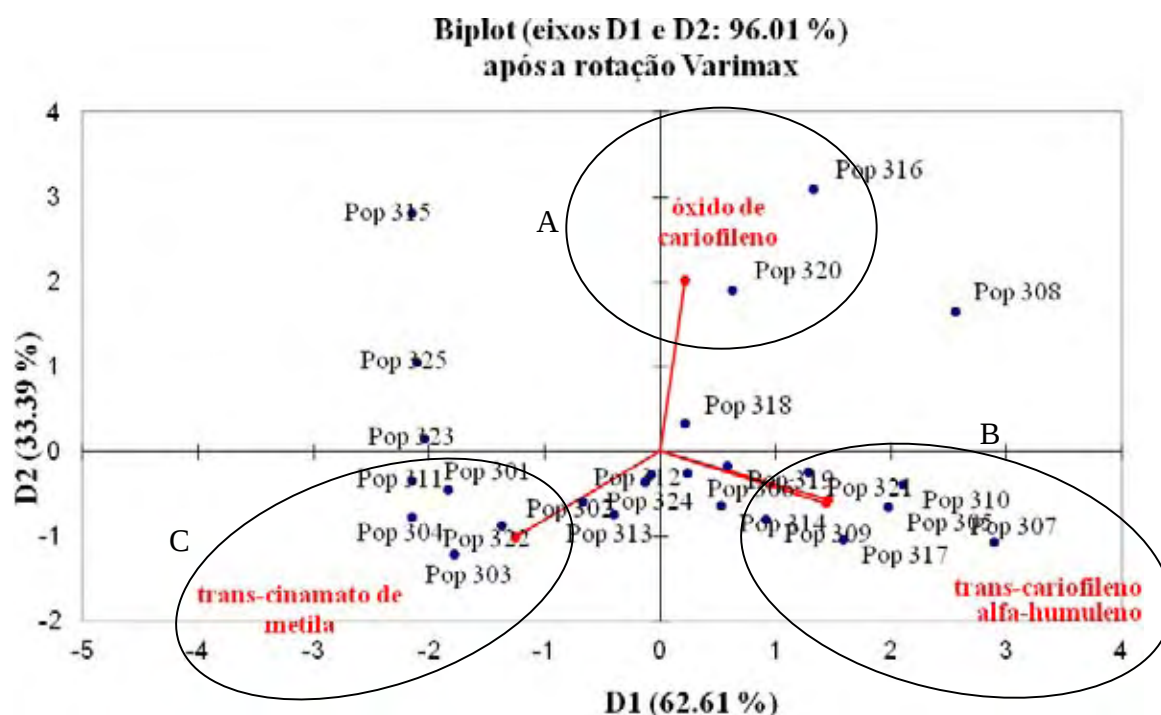


Figura 38. Padrão de divergência química entre os acessos de *Lychnophora pinaster*, população Serra da Arnica na primavera de 2012, Ingaí – MG, definido pela Análise de Componentes Principais com base nas quatro substâncias com maior proporção relativa média no óleo essencial.

No eixo D1 os acessos que se correlacionaram com o acúmulo de *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno foram Pop 307, Pop 305, Pop 310, Pop 317, Pop 309, Pop 321, Pop 314 e Pop 319 e com o *trans*-cinamato de metila foram Pop 303, Pop 322, Pop 304, Pop 311 e Pop 301. No eixo D2 os acessos Pop 320 e Pop 316 se correlacionaram o acúmulo de óxido de cariofileno (Figura 38).

O dendograma proporcionou a discriminação de três grupos (G1, G2 e G3), que apresentaram mais de 99% de similaridade química, como pode ser visualizado na Figura 39, estando integrados nos grupos G1 e G2 os acessos inseridos no primeiro e segundo quadrante do gráfico de escores (Figura 38) e, no grupo G3, os acessos inseridos no terceiro e quarto quadrante, com exceção dos acessos Pop 312, Pop 324 e Pop 313, inseridos no grupo G2 (Figuras 38 e 39).

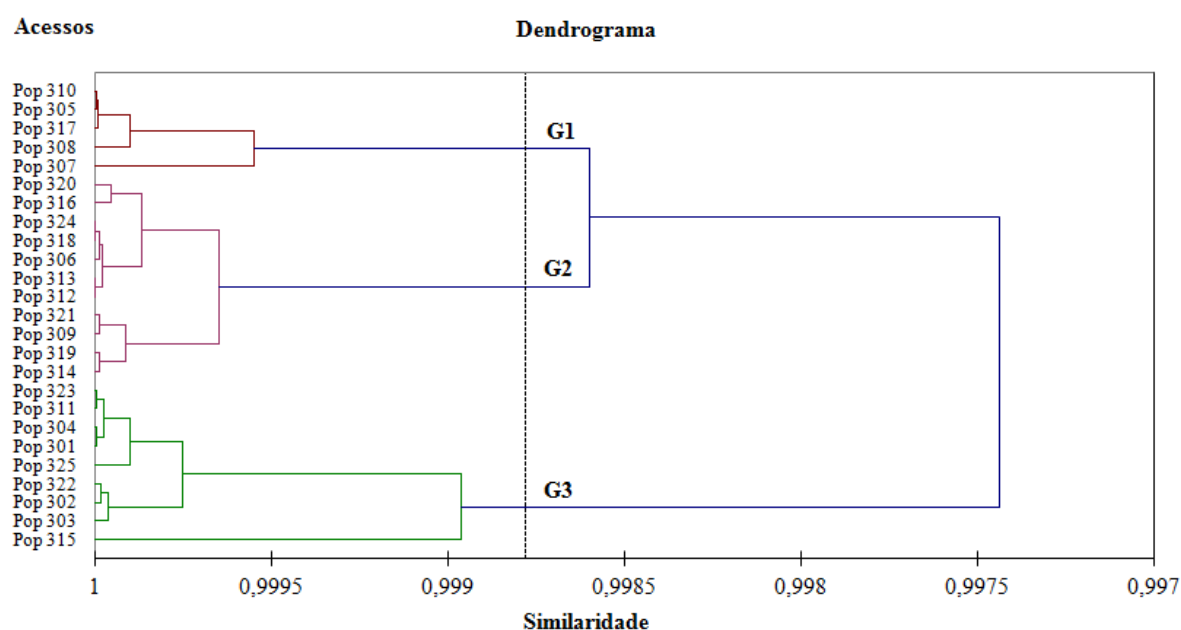


Figura 39. Dendrograma obtido pela análise de Cluster Aglomerativa Hierárquica para a população de *Lychnophora pinaster* Serra da Arnica na primavera de 2012, levando em conta a proporção relativa média do *trans*-cinamato de metila, *trans*-cariofileno, *alfa*-humuleno e óxido de cariofileno.

Mediante a análise dos gráficos de escores obtidos para a população Serra da Arnica em função da sazonalidade (Figuras 32, 34, 36 e 38) é possível constatar que alguns acessos mostraram mais estabilidade quanto à acúmulo das substâncias ao longo das diferentes estações do ano, enquanto outros acessos alteraram significativamente a proporção relativa destas.

Os acessos que se mantiveram mais estáveis na população Serra da Arnica pela ACP ao longo das estações estão apresentados na Tabela 21, que apresenta,

também, os dados mais significativos obtidos pelo teste de Tukey e o rendimento de óleo essencial dos acessos.

Os acessos Pop 316 e Pop 320 se correlacionaram em todas as estações do ano com o acúmulo de óxido de cariofileno pela ACP (Figuras 32, 34, 36 e 38), porém, apresentaram baixo rendimento de óleo essencial, ao contrário de Pop 318. Este último se correlacionou com a substância no verão (2,19%), no outono (1,45%) e no inverno (1,86%) (Figuras 34, 36 e 38; Tabela 21) e foi o que apresentou o maior rendimento de óleo essencial do grupo, com o maior valor obtido no inverno (0,94%) (Tabela 21).

Em relação ao *trans*-cariofileno, Pop 305 se correlacionou em todas as estações do ano pela ACP para o acúmulo da mesma (Figuras 32, 34, 36 e 38). O acesso apresentou, pelo teste de Tukey, a maior proporção relativa da substância no outono (30,07%) e no inverno (28,03%), e, o maior valor de rendimento em óleo essencial no verão (0,63%) (Tabela 21). O acesso Pop 305 se correlacionou também, em todas as estações do ano com o *alfa*-humuleno, apresentando no outono e no inverno proporção relativa de 8,19% e 8,02%, respectivamente (Figuras 32, 34, 36 e 38; Tabela 21).

Outro acesso que se correlacionou com o *trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno ao longo das estações foi Pop 310. O acesso merece destaque quanto aos valores de rendimento de óleo essencial durante o ano: 0,88% no verão, 1,02% no outono, 0,99% no inverno e 0,64% na primavera (Tabela 21).

Para o acúmulo de *trans*-cinamato de metila o acesso que mais se destacou ao longo das estações pela ACP foi o Pop 301. O mesmo se correlacionou com a substância em todas as estações do ano de 2012 (Figuras 32, 34, 36 e 38) com proporção relativa média de 76,03% no verão, 77,36% no outono, 85,97% no inverno e de 84,80% na primavera (Tabela 21). O acesso também se destacou quanto ao rendimento de óleo essencial, apresentando os maiores valores de rendimento de óleo essencial: o menor valor no verão (0,81%) e o maior no outono (1,23%) (Tabela 21).

Por fim, sugere-se dos 25 acessos amostrados na população Serra da Arnica, os inseridos na Tabela 21 como os mais indicados para uma pré-seleção para estudos de melhoramento vegetal.

Tabela 21. Acessos de *Lychnophora pinaster* da população Serra da Amica que se correlacionaram ao longo das estações do ano com o acúmulo das quatro substâncias com maior proporção relativa (PR) identificadas nos óleos essenciais pela Análise de Componentes Principais (ACP), significância pelo teste de Tukey, e rendimento de óleo essencial (Rd).

Verão			Outono			Inverno			Primavera		
Acesso -ACP-	PR (%)	Rd (%)	Acesso -ACP-	PR (%)	Rd (%)	Acesso -ACP-	PR (%)	Rd (%)	Acesso -ACP-	PR (%)	Rd (%)
-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-	-Tukey-
óxido de cariofileno											
316 (c)	2,10 ab	0,11	316 (c)	1,87 bcd	0,12	316 (c)	2,07 a	0,13	316 (c)	3,61 a	0,06
318 (c)	2,19 a	0,21	318 (c)	1,45 cde	0,39	318 (c)	1,86 ab	0,94	318 (nc)	1,97 de	0,51
320 (c)	1,98 bc	0,05	320 (c)	2,08 a	0,08	320 (c)	1,85 ab	0,20	320 (c)	2,65 bc	0,06
trans-cariofileno											
305 (c)	17,31 d	0,63	305 (c)	30,07 a	0,36	305 (c)	28,03 a	0,54	305 (c)	13,84 bc	0,58
310 (c)	18,69 c	0,88	310 (c)	17,55 d	1,02	310 (c)	17,63 b	0,99	310 (c)	14,59 ab	0,64
319 (nc)	19,50 bc	0,55	319 (c)	16,52 de	0,66	319 (c)	19,52 b	0,46	319 (c)	10,79 g	0,32
alfa-humuleno											
305 (c)	4,93 c	0,63	305 (c)	8,19 a	0,36	305 (c)	8,02 a	0,54	305 (c)	4,17 b	0,58
310 (c)	5,41 b	0,88	310 (c)	5,12 c	1,02	310 (c)	5,25 b	0,99	310 (c)	4,35 b	0,64
319 (nc)	5,53 b	0,55	319 (c)	6,05 b	0,66	319 (c)	5,53 b	0,46	319 (c)	3,18 f	0,32
trans-cinamato de metila											
301 (c)	76,03 f	0,81	301 (c)	77,36 efg	1,23	301 (c)	85,97 abdcef	1,13	301 (c)	84,80 de	0,85
303 (c)	78,29 d	0,48	303 (c)	84,04 a	0,06	303 (c)	86,82 abc	1,17	303 (c)	85,86 bcd	0,28
311 (c)	78,76 bcd	0,79	311 (c)	76,44 fgh	0,54	311 (nc)	78,52 ij	0,33	311 (c)	85,37 cd	0,70

* (nc): não se correlacionou e (c): correlacionou-se na estação (coluna) com a substância pela Análise de Componentes Principais.

**Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Resumidamente, constatou-se em todas as populações de *L. pinaster* estudadas um comportamento fenotípico diferencial dos acessos, onde alguns mostraram-se superiores quanto ao rendimento de óleo essencial (tópico 6.1) e outros quanto a proporção relativa das substâncias identificadas (tópicos 6.4 a 6.6).

Provavelmente, isto pode ser reflexo do genótipo de cada acesso, ou mesmo, da interação da sua constituição genética com o ambiente (fenótipo) (FACANALI, 2008). Esta interação pode conduzir a modificações quanto aos perfis de composição química, uma vez que as condições ambientais juntamente com um sistema genético bem regulado, podem ser um dos fatores responsáveis pela ativação do metabolismo especializado, onde são expressos genes (constitutivos ou induzidos) que modificam a sua bioquímica e fisiologia (RETAMAR, 1994; ZOGHBI et al., 1998).

Por outro lado, este comportamento diferencial pode não estar unicamente associado as diferenças genotípicas, deve-se levar em consideração os estádios fenológicos dos acessos (uma vez que no atual estudo foram coletados dentro de uma mesma população acessos tanto em estádios vegetativo como reprodutivo), a ontogenia (idade da planta) e os fatores edafoclimáticos (temperatura, umidade relativa, solo, luminosidade) de cada região amostrada e a época de coleta (primavera, verão, outono e inverno) (FACANALI, 2008).

As informações obtidas podem servir como subsídio para a pré-seleção de genótipos (acessos) superiores e futuros estudos de melhoramento vegetal. Podem contribuir, também, para a escolha de um local e época de coleta mais propícia para a obtenção dos princípios ativos e do óleo essencial de *L. pinaster* e, conseqüentemente, para práticas de manejo, conservação e uso sustentável da espécie, uma vez que este conhecimento esteja integrado com as comunidades locais (moradores, erveiros ou mateiros).

Sugere-se, entretanto, mais estudos com estas populações que contemplem os efeitos da sazonalidade na composição química do óleo essencial da espécie. Os resultados podem servir de indicativo para a seleção de um óleo essencial com características terapêuticas ou com uma característica olfativa e aroma desejadas.

7. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no atual trabalho permitem concluir que:

- A sazonalidade não exerceu influência significativa no rendimento médio de óleo essencial das populações Serra Branca e Serra do Salto, localizadas no município de Carrancas (MG), enquanto para a Serra da Arnica, município de Ingaí (MG), observou-se influência da sazonalidade com o maior rendimento médio registrado no inverno (0,79%);

- Das duas populações de *L. pinaster* amostradas em Carrancas, Serra do Salto apresentou em todas as estações do ano o maior rendimento médio de óleo essencial (verão: 0,49%; outono: 0,61%; inverno: 0,53%; primavera: 0,43%).

- Quanto ao rendimento de óleo essencial dos acessos, os que se destacaram na população Serra Branca foram: Pop 119 (verão: 0,97%; outono: 0,81% e inverno: 1,15%), Pop 116 (verão: 0,71%; outono: 0,92% e inverno: 0,77%) e Pop 123 (verão: 0,44%; outono: 0,52%; inverno: 0,64% e primavera: 0,37%).

- Os acessos que se destacaram na população Serra do Salto quanto ao rendimento foram: Pop 214 (verão: 0,72; outono: 1,30%), Pop 212 (outono: 0,8%; inverno 0,71%), Pop 213 (outono: 0,78%; primavera: 0,75%), Pop 219 (inverno: 0,76%; primavera: 0,83%) e Pop 221 (inverno: 0,82%; primavera: 0,75%);

- Os acessos que se destacaram na população Serra da Arnica quanto ao rendimento foram: Pop 301, Pop 304 e Pop 313. Os mesmos apresentaram rendimentos de óleo essencial superiores a 0,7% em todas as estações do ano.

- Sob o ponto da composição química dos óleos essenciais, as populações Serra do Salto (Carrancas) e Serra da Arnica (Ingaí) foram similares, o mesmo foi observado quanto as características químicas do solo;

- As populações nativas de *L. pinaster* apresentaram os mesmos constituintes químicos e as substâncias majoritárias para os óleos essenciais de todos os acessos amostrados foram: o fenilpropanóide *trans*-cinamato de metila e o sesquiterpeno *trans*-cariofileno;

- A população Serra Branca apresentou em todas as estações do ano a maior proporção relativa média de *trans*-cariofileno, *alfa*-humuleno, óxido de cariofileno e cedr-8-(15)-en-9-*alfa*-ol. Nesta população, ao longo das estações de 2012, os acessos que mais se correlacionaram com o acúmulo das quatro substâncias com maior proporção relativa média foram: Pop 101, Pop 103 e Pop 125 (óxido de cariofileno), Pop 113 e Pop 123 (*trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno) e Pop 112 e Pop 119 (*trans*-cinamato de metila);

- A população Serra do Salto apresentou em todas as estações do ano a maior proporção relativa média de *alfa* e *beta* pineno. Nesta população, ao longo das estações de 2012, os acessos que mais se correlacionaram com o acúmulo das quatro substâncias com maior proporção relativa média foram: Pop 222 (óxido de cariofileno), Pop 221 (*trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno) e Pop 206 e Pop 213 (*trans*-cinamato de metila);

- A população Serra da Arnica apresentou em todas as estações do ano a maior proporção relativa média de *trans*-cinamato de metila. Nesta população, ao longo das estações de 2012, os acessos que mais se correlacionaram com o acúmulo das quatro substâncias com maior proporção relativa foram: Pop 316, Pop 318 e Pop 320 (óxido de cariofileno), Pop 305 e Pop 310 (*trans*-cariofileno e *alfa*-humuleno) e Pop 301 (*trans*-cinamato de metila);

- A sazonalidade exerceu influência na composição química dos óleos essenciais das populações estudadas, dependendo da estação do ano as mesmas se comportaram de forma distinta quanto ao acúmulo das principais substâncias identificadas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, VIVIANE G. C.; TAKAHASHI, J. A.; DUARTE, L. P.; PILÓ-VELOSO, D.; JÚNIOR, P. A. S.; ALVES, R. O.; ROMANHA, A. J.; ALCÂNTARA, A. F. C. Evaluation of the bactericidal and trypanocidal activities of triterpenes isolated from the leaves, stems, and flowers of *Lychnophora pinaster*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v.21, n.4, p. 615-621, 2011.

ACHÉ Laboratórios Farmacêuticos S.A. Acheflan: *Cordia Verbanacea* D.C. Disponível em: <http://www.onofre.com.br/backoffice/uploads/Bula/228362.pdf>. Acesso em: 06 de março de 2013.

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. Illinois, USA: Allured Publishing Corporation, 2007. 468 p.

ALLENDORF, F. W.; LUIKART, G. **Conservation and the Genetics of Populations**. Oxford: Blackwell Publishing Ltd., 2007, 591 p.

ALMEIDA, M. F. O; MELO, A. C. R.; PINHEIRO, M. L. B.; SILVA, J. R. A.; SOUZA, A. D. L. constituintes químicos e atividade leishmanicida de *Gustavia elliptica* (lecythidaceae). **Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 7, p. 1182-1187, 2011.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.

AZAMBUJA, W. **Óleos essenciais: O início de sua história no Brasil**. Disponível em: <<http://oleos essenciais.org/oleos-essenciais-o-inicio-de-sua-historia-no-brasil/>>. Acesso em: 19 fev 2012.

BACLES, C. F. E.; LOWE, A. J.; ENNOS, R. A. Genetic effects of chronic habitat fragmentation on tree species: the case of *Sorgus aucuparia* in a deforested Scottish landscape. **Molecular Ecology**. Hoboken, v. 13, p. 573-584. 2004.

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

BOHLMANN, F.; ZDERO, C.; ROBINSON, H.; KING, R.M. Caryophyllene derivatives and a heliangolide from *Lychnophora* species. **Phytochemistry**, New York, v.19, p.2381-2385, 1980.

BOHLMANN, F.; ZDERO, C.; ROBINSON, H.; KING, R.M. Germacranolides from *Lychnophora* species. **Phytochemistry**, New York, v.21, n.5, p.1087-1091, 1982

BORELLA, J.C.; LOPES, J.L.C.; VICHNEWSKI, W.; CUNHA, W.R.; HERZ, W.. Sesquiterpene lactones, triterpenes and flavones from *Lichnophora ericoides* and *Lichnophora pseudovillosissima*. **Biochemical Systematics and Ecology**, New York, v. 26, n. 6, p.671-676, 1998.

BORSATO, M. L. C.; GRAEL, C. F. F.; SOUZA, G. E. P.; LOPES, N. P. Analgesic activity of the lignans from *Lychnophora ericoides*. **Phytochemistry**, New York, v. 55, n. 7, p. 809-813, 2000.

BOTREL, R.T.; RODRIGUES, L. A.; GOMES, L. J.; CARVALHO, D. A. de; FONTES, M. A. L. Uso da vegetação nativa pela população local no município de Ingaí, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Feira de Santana, v. 20, n. 1, p. 143-56, 2006.

CANCELI, R. R.; EVALDT, A. C. P.; BAUERMANN; S. G. Contribuição da morfologia polínica da família Asteraceae Martinov. no Rio Grande do Sul – Parte I. **Pesquisas Botânica**, São Leopoldo, n. 58, 347-374 p., 2007

CELEDONIO, N.R. **Estudo do mecanismo de ação antinociceptivo e antiedematogênico do óleo essencial de *Croton argyrophylloides* e seus constituintes: alfa-pineno e trans-cariofileno**. 2008, 141 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Fisiológicas), Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2008.

CERQUEIRA, M. M.D.; MARQUES, E.J.; MARTINS, D.; ROQUE, N.F.; CRU, F.G. Variação sazonal da composição do óleo essencial de *Myrcia salzmannii* Berg. (Myrtaceae), **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 6, p. 1544-1548. 2009.

CHRISTIE, P. J., ALFENITO, M. R., WALBOT, V. Impact of low- temperature stress on general phenylpropanoid and anthocyanin pathways: Enhancement of transcript abundance and anthocyanin pigmentation in maize seedlings. **Planta**, Boon, v. 194, p. 541-549.1994.

COPAM - CONSELHO DE POLÍTICA AMBIENTAL. Lista das espécies ameaçadas de extinção da flora do Estado de Minas Gerais. **Deliberação COPAM 85/97**. Minas Gerais, 1997. 48p .

COSTA, M. A. C. da; JESUS, J. G. de; FARIAS, J. G.; NOGUEIRA, J. C. M.; OLIVEIRA, A. L. R. de. Variação estacional do óleo essencial em arnica (*Lychnophora ericoides* Mart.). **Revista de Biologia Neotropical**, Goiânia, v. 5, n. 1, p. 53-65, 2008.

COYLE, N. C.; JONES, S. B. *Lychnophora* (Compositae: Vernoniae) a genus endemic to the Brazilian planalto. **Brittonia**, New York, v. 33, n. 4, p. 528-542, 1981.

CUNHA, W.R.; LOPES, J.L.C.; VICHNEWSKI, W.; DIAZ, J.G.; HERZ, W. Eremantholides and a Guianolide from *Lychnophora rupestris*, **Phytochemistry**, New York, v.39, n.2, p.387-389, 1995.

CURADO, M. A.; OLIVEIRA, C. B. A.; JESUS, J. B.; SANTOS, S. C.; SERAPHIN, J. C.; FERRI, P. H. Environmental factors influence in chemical polymorphism of the essential oils of *Lychnophora ericoides*. **Phytochemistry**, New York, v. 67, p. 2363-2369, 2006.

DIAS, A. B.; BECKER, B. K.; VIOTTI, E. B.; PAULA E SILVA, E. M. de; MASSARI, G.; MORHY, L.; MELO, L. C. P. de; BIELSCHOWSYK, R.; SARDENBEG, R. M. Mudança do clima no Brasil: Vulnerabilidade, impactos e adaptação. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n 27, 360 p., 2008.

FACANALI, R. **Estudo da biologia reprodutiva, diversidade genética e química de populações de *Ocimum selloi* Benth.** 2008. 129 p. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. 2008.

FUNCEX. **Oportunidades no mercado brasileiro para produtos da oferta exportadora da caricom.** 2010. Disponível em: <http://www.brasilglobalnet.gov.br/ARQUIVOS/Publicacoes/Manuais/PUBEstudoCaricom.pdf>. Acesso em: 15 fev 2012.

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. **Biologiske Skrifter Kongelige Danske Videnskabernes Selskab**, Copenhagen, v. 55, n.1, 343-374p., 2005.

GARCIA, L. C. **Fenologia de espécies da canga em barão de cocais, quadrilátero ferrífero de minas gerais.** 2007, 99 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

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

HABER, L. L. **Caracterização da diversidade genética, via marcador microsatélite, e constituintes do óleo essencial de *Lychnophora pinaster* mart.** 2008, 151 p., Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2008.

HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L.; WASUM, R. A.; SCUR, L.; SARTORI, M. A família Asteraceae em São Mateus do Sul, Paraná. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 249-251, jul. 2007.

HUASING CHEMICAL COMPANY. **Cinamato de metila (CAS 103-26-4).** 2012. Disponível em: <http://www.hschems.com.pt/3-methyl-cinnamat-1.html>. Acesso em: 04 set 2012.

HUSSAIN, A.I; ANWAR, F.; SHERAZI, S.T.H; PRZYBYLSKI, R. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations . **Food Chemistry**, Reading, v. 108, n. 3, p.986-995. 2008.

IPCC: Summary for Policymakers. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN Z.; MARQUIS M.; AVERYT, K. B.; TIGNOR, M.; MILLER, H. L. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007. 18 p.

ISOBE, M.T.C. **Anatomia foliar e influência da sazonalidade no óleo essencial de populações de *Lychnophora pinaster* Mart.** 2012. 93 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

JAKIEMIU, E. A. R. **Uma contribuição ao estudo do óleo essencial e do extrato de tomilho (*Thymus Vulgaris* L.).** 2008. 89 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

KELES, L. C.; MELO, N. I. de; AGUIAR, G. de P.; WAKABAYASHI, K. A. L.; CARVALHO, C. E. de; CUNHA, W. R.; CROTTI, A. E. M. *Lychnophorinae* (asteraceae): a survey of its chemical constituents and biological activities. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 10, p. 2245-2260, 2010.

LEITE, M. L.; LIMA, E. de; SOUZA, E. L. de; DINIZ, M. de F. F. M.; TRAJANO, V. N.; MEDEIROS, I. A. de. Inhibitory effect of β -pinene, α -pinene and eugenol on the growth of potential infectious endocarditis causing Gram-positive bacteria. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 121-126, 2007.

LONGHI - WAGNER, H. M.; BOLDRINI, I. I.; MIOTTO, S. T. S.; BOECHAT, S. C. **Apostila de Botânica Agrícola.** Porto Alegre: Departamento de Botânica - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. 87 p.

LORENZO, D., GONZALEZ, G., ROSSINI C. *Farmacognosia y Productos Naturales.* Contenido del curso teórico, Apostila 04: **Aceites Esenciales**, Montevideo, 2002, p. 14-18.

LUQUE, R.; MENEZES, N. L. de. Estructura primaria del tallo de *Lychnophora* Mart. (Vernonieae: Asteraceae). **Plântula**, Mérida, v. 3., n. 2, p. 117-128, 2003.

LYRA, C. C. G. V.; VIEIRA, A. R. F.; OLIVEIRA, B. C. B. A.; SANTOS, C. S. C.; SERAPHIND C. J. C.; FERRI, P. H. Intraspecific variability in the essential oil composition of *Lychnophora ericoides*. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v.19, n.5, p. 842-848, 2008.

MACHADO, R.B.; RAMOS NETO. M.B.; PEREIRA, P.G.P.; CALDAS, E.F.; GONÇALVES, D.A.; SANTOS N.S.; TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**: Relatório técnico não publicado. Brasília: Conservação Internacional, 2004. 23 p.

MACTAVISH, H.; HARRIS, D. **An economic study of essential oil production in the UK: A case study comparing non-UK lavender/lavandin production and peppermint/spearmint production with UK production techniques and costs**. ADAS Consulting Ltd. 2002. 58 f.

MANSANARES, M. E.; MARTINS, E. E. F; SEMIR, J. Chromosome numbers in the genus *Lychnophora* Mart. (Lychnophorinae, Vernonieae, Asteraceae). **Caryologia**. Firenze, v. 55, n. 4, p. 367-374, 2002.

MARQUELLI, R. P. **O desenvolvimento sustentável da agricultura no cerrado brasileiro**. 2003, 64 p, Monografia (Especialização em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada) - Ecobusiness school. Brasília, DF. 2003.

MARQUES, M. O. M.; FACANALI, R.; HABER, L. L.; VIEIRA, M. A. R.. **Essential Oils: History, Biosynthesis, and Agronomic Aspects. Medicinal Essential Oils: Chemical, Pharmacological and Therapeutic Aspects**. New York: Nova Science Publishers, 2012, v. v.1, p. 3-22.

MARTIUS, C. F. P. Novum plantarum genus *Lychnophora*. **Denkschriften der Königlichen Bayerischen Botanischen**, Regensburg, v. 2, p. 148-159, 1822

MELO, P. R. B. de; OLIVEIRA, J. A.; CARVALHO, M. L. M.de.; GUIMARÃES, R. M.; CARVALHO, B. de O. Aplicação do teste de raios x no estudo da morfologia interna e da qualidade fisiológica de aquênios de arnica (*Lychnophora pinaster* Mart.). **Revista brasileira de sementes**, Londrina, v.31, n.2, p. 146-154, 2009.

MELO, V. G. **Uso de espécies nativas do bioma cerrado na recuperação de área degradada de cerrado sentido restrito, utilizando lodo de esgoto e adubação química**.

Brasília, 2006. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 110 p., 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria da Biodiversidade e Florestas, 2002. Disponível em:
< http://www.biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/BiodiversidadeBrasileira_MMA.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2012.

MYERS, N.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. DE; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, London, v.403, n.6772, p.853-858. 2000.

NAKAJIMA, J. N. **A família Asteraceae no Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil**. 2000. 416 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

NETO, G. G.; MORAIS R. G. DE. Recursos medicinais de espécies do cerrado de mato grosso: um estudo bibliográfico. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 17 n. 4, p. 561-584, 2003.

OLIVEIRA, A. B.; SAÚDE D.A.; PERRY, K.S.P.; DUARTE, D.S.; RASLAN, D.S.; BOAVENTURA, M.A.D. ;CHIARI, E. Trypanocidal sesquiterpens from *Lychnophora* species; **Phytotherapy Research**, Malden, v.10, n. 4, p. 292-295. 1996.

OLIVEIRA, R. A. de; OLIVEIRA, F. F. de; SACRAMENTO, C. K. Óleos essenciais: perspectivas para o agronegócio de especiarias na Bahia. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 8, n. 1, 2007.

PALÁ-PAÚL J, PÉREZ-ALONSO MJ, VELASCO-NEGUERUELA A, PALÁ-PAÚL R, SANZ J, CONEJERO F. Seasonal variation in chemical constituents of *Santolina rosmarinifolia* L. ssp. *Rosmarinifolia*. **Biochemical Systematics and Ecology**, New York, v. 29, n. 7, p. 663-672. 2001.

PAVARINI, D.P.; CALLEJON, D.R.; TOMAZ, J.C.; LOPES, N.P.; LOPES, J.L.C. Novo sesquiterpeno isolado do óleo essencial de *Lychnophora ericoides* (Mart.) e a avaliação in vitro de seu potencial antinociceptivo. In: 31ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE

BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2008 , Águas de Lindóia, **Anais...** Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Química, 2008.

PERES, L. E. P. Metabolismo Secundário. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz , 2004. Disponível em:
<<http://www.ufpel.edu.br/biotecnologia/gbiotec/site/content/paginadoprofessor/uploadsprofessor/ce5449dfcf0e02f741a5af86c3c5ae9a.pdf?PHPSESSID=e32d8df36f08f86ef80010a253f33762>>. Acesso em: 17 jan 2013.

PIANOWSKI, L. Primeiro fitomedicamento baseado em planta Brasileira é um antiinflamatório. **Jornal Fitomédica**, São Paulo, v. 1, p. 2-3, 2005.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CARRANCAS. **Geologia, Relevo, Flora e Clima**, 2012. Disponível em: <<http://www.carrancas.com.br/natureza/index.shtml>> Acesso em: 14 jan de 2013.

RAPINI, A., RIBEIRO, P. L.,; LAMBERT, S.; PIRANI, J. R.. A flora dos campos rupestres da Cadeia do espinhaço. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, n. 4, v. 16-24, 2008.

REIS, E. S.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K.V.; CORRÊA, R. M, PAULA, J. R. S. Seasonal Variation in Essential Oils of *Lychnophora pinaster* Mart. **Journal of Essential Oil Research**, Messina, v. 22, n. 2, p. 147-149, 2010.

RETAMAR, J.A. Variaciones fitoquímicas de la especie *Lippia alba* (salvia morada) y sus aplicaciones en la química fina. **Essenze Derivati Agrumari**, Reggio Calabria, v. 16, p. 55-60, 1994.

RIBEIRO, J. F.; WALTER. B.M.T. Vegetação Campestre - Campo Rupestre. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, 2007. Disponível em:
<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_45_911200585233.html> Acesso em: 13 Abril 2011.

RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, D .A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do cerrado na região do Alto Rio Grande - Minas Gerais. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v. 25, n. 1, p.102-123. 2001b.

RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, D. A. de. **Plantas medicinais no domínio dos cerrados**. Lavras: Editora UFLA, 2001a, 180 p.

SALVADOR, M.J.; SARTORI, F.T.; SACILOTTO, A.C.; PRAL, A.C.; ALFIERI, S.C.; VICHNEWSKI, W. Bioactivity of flavonoids isolated from *Lychnophora markgravii* against *Leishmania amazonensis* amastigotes. **Zeitschrift für Naturforschung C., Journal of Biosciences**, Tübingen, v. 64, n. 7-8, p. 509-512, 2009.

SANTOS, M. D. dos. ***Lychnophora ericoides* Mart.: avaliação farmacológica e considerações sobre o metabolismo oxidativo das substâncias bioativas**. 2006, 140 p. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas), Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2006.

SCHEFFER, M. C.; ARAUJO, A. J. **Conservação de recursos genéticos de plantas medicinais**. In: Manuel Abílio de Queiros. (Org.). Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. 1 ed. Petrolina/PE: Embrapa/Cenargen, v. 1, p. 1-25. 1998.

SCHMIDT, T. J.; BOMME, U.; ALFERMANN, A. W. Sesquiterpene lactone content in leaves of in vitro and field cultivated *Arnica montana*. **Planta Medica**, Stuttgart, v. 64, n. 3, p. 268-270 1998.

SCHUH, G.; HEIDEN, A.C.; HOFFMAN, T.; KAHL, J.; ROCKEL, P.; RUDOLPH, J.; WILDT, J. Emissions of volatile organic compounds from sunflower and beech: dependence on temperature and light intensity. **Journal of Atmospheric Chemistry**, New York, v. 27, n. 3, p. 291-318. 1997.

SEMIR, J. **Revisão taxonômica de *Lychnophora* Mart. (Vernoniaceae: Compositae)**. 1991. 515 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal), Instituto de Biologia, Universidade de Campinas, Campinas, 1991.

SHAO, M.; CZAPIEWSKI, K.V.; HEIDEN, A. C.; KOBEL, K.; KOMENDA, M.; KOPPMANN, R.; WILDT, J. Volatile organic compound emissions from Scots pine: mechanisms and description by algorithms. **Journal Geophysical Research**, Hoboken, v. 106, n. 17, p. 483- 491. 2001.

SILVA, L. P. **Ação antiespasmódica do *trans*-cariofileno e o bloqueio de canais para Ca^{2+} em músculo liso traqueal de rato**. 2010, 94p. Dissertação (Mestrado em Ciências Fisiológicas), Centro de Ciências da Saúde, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010.

SILVA, S. M. P. **Arnica de campos rupestres *Lychnophora pinaster* Mart. Asteraceae - aspectos da fenologia e da germinação de aquênios.** MING, L. C. In: Plantas medicinais aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agronômica. São Paulo: UNESP. 1998. v.2. p.1-18

SILVEIRA, D.; WAGNER, H.; CHIARI, E.; LOMBARDI, J. A.; ASSUNÇÃO, A. C.; OLIVEIRA, A. B. DE; RASLAN, D.S. Biological activity of the aqueous extract of *Lychnophora pinaster* Mart. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 15, n. 4, p. 294-297. 2005a.

SILVEIRA, D.; SOUZA FILHO, J. D. de; OLIVEIRA, A. B. de; RASLAN, D. D. Lychnophoric acid from *Lychnophora pinaster*: a complete and unequivocal assignment by NMR spectroscopy. **Eclética Química**, São Paulo, v. 30, n. 1, p.37-41, 2005b.

SIMÕES, C.M.O.; SPITZER, V. Óleos Voláteis. In: 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. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. cap. 18, p. 467-495.

SOUZA, M. C; F; de; GORAYEB, D. S. **Perspectivas do Investimento em Bens Salários.** Rio de Janeiro e Campinas: Projeto Perspectivas do Investimento no Brasil do Instituto de Economia da UFRJ e do Instituto de Economia da UNICAMP, 2009, 234 p.

SORK, V.L.; SMOUSE, P.E. Genetic analysis of landscape connectivity in tree populations. **Landscape ecology**, Benátská, v. 21, p. 821-826, 2006.

SOUZA, V. C.; LORENZI H. **Botânica Sistemática** - Guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. 2. ed, Nova Odessa: Plantarum, 2008, 703 p.

TAIZ, L. ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TRAPP, S.C.; CROTEAU, R.D.; Genomic organization of plant terpene synthases and molecular evolutionary implications. **Genetics Society of America**, Bethesda. v.158, p.811-832. 2001.

UNITED NATIONS COMMODITY TRADE STATISTICS DATABASE. STATISTICS. 2009.

Disponível em: <http://data.un.org/Data.aspx?d=ComTrade&f=_l1Code%3a34>. Acesso em: 16 fevereiro 2012.

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, D.J. A generalization of the relation index system including liner temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography**, New York, v. 11, p. 463-467. 1963.

VIEIRA, M. A. **Diversidade genética e constituição química dos óleos essenciais de populações de *Lychnophora ericoides* Mart. e *Lychnophora pinaster* Mart.** 2012. Tese (Doutorado Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, SP, 112.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. Óleo essencial de eucalipto. **Documentos Florestais**, São Paulo, nº 17, 26 p., 2003.

YOUNG, A.G.; BOYLE, T.T.; BROWN, T. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plant. **Trees**, New York, v.11, n.10, p.100-106. 1996.

ZHAO, J.Z., H.L. COLLINS, Y.X. LI, R.F.L. MAU, G.D. THOMPSON, M. HERTLEIN, J.T. ANDALORO, R. BOYKIN & A.M. SHELTON. Monitoring of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) resistance to spinosad, indoxacarb, and emamectin benzoate. **Journal of Economic Entomology**, Califórnia, v. 99, p. 176-181. 2006.

ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; SANTOS, A.S.; SILVA, M.H.; MAIA, J.G.S. Essential oils of *Lippia alba* (Mill) N. E. Br growing wild in the Brazilian Amazon. **Flavour and Fragrance Journal**, Malden, v. 13, p. 47-48, 1998.