

MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE:

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR E CONHECIMENTO CIENTÍFICO



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2022

MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE:

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR E CONHECIMENTO CIENTÍFICO



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^o Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^o Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^o Dr^o Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^o Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^o Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Meio ambiente e sustentabilidade: formação interdisciplinar e conhecimento científico 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Soellen de Britto
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M514 Meio ambiente e sustentabilidade: formação interdisciplinar e conhecimento científico 2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0724-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.249221011>

1. Sustentabilidade e meio ambiente. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 363.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

O e-book: “Meio ambiente e sustentabilidade: Formação interdisciplinar e conhecimento científico 2” é constituído por treze capítulos de livro, divididos em três áreas distintas: *i)* formação, conscientização e práticas em Educação Ambiental; *ii)* gestão de resíduos sólidos e logística reversa e *iii)* desenvolvimento de ações para um ambiente mais sustentável.

O primeiro tema é constituído por quatro capítulos de livros que propuseram trabalhar tanto a importância da formação/conscientização para uma educação ambiental mais efetiva para todas as pessoas em especial alunos de uma instituição pública federal de ensino e consumidores que utilizam sacolas plásticas, quanto o desenvolvimento de ações e ferramentas a fim de promover uma educação ambiental capaz de chegar a pessoas de diferentes classes sociais por intermédio do ensino formal ou não-formal capaz de estimular a conscientização em relação à interação homem-meio ambiente.

Os capítulos de 5 a 8 apresentam trabalhos que procuraram avaliar: *i)* projetos de gestão de resíduos na Baixada Santista; *ii)* a importância da gestão e implementação de práticas mais sustentáveis para o desenvolvimento da apicultura em comunidades rurais localizadas no estado do Ceará; *iii)* implementação de programa de gestão e gerenciamento de resíduos provenientes da indústria madeireira e; *iv)* a importância da logística reversa de produtos que possuem metais pesados em sua composição.

Por fim, os cinco últimos capítulos apresentam trabalhos que reforçam a importância do desenvolvimento de ações que proporcionem menor impacto ambiental aos diferentes ecossistemas, entre os quais: *i)* a redução do calor em centros urbanos, a partir da implementação de áreas verdes; *ii)* presença de metais em águas residuárias lançadas no mar; *iii)* aplicação de biossorbente na remoção de alumínio em águas para fins potáveis e; *iv)* estudo de detecção de cafeína e degradação de metabolitos presentes no rio Meia Ponte em Goiás.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

CAPÍTULO 1 1

PERCEPÇÃO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS PLÁSTICOS
DESCARTÁVEIS POR ALUNOS DE UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA FEDERAL
DE ENSINO

Alexandre da Silva
Gabriella Gontijo Lopes Ferreira
Luísa Oliveira De Sousa
Valéria Cristina Palmeira Zago
Elizabeth Regina Halfeld da Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2492210111>

CAPÍTULO 2 8

AÇÕES E FERRAMENTAS PARA O ENSINO E DEMOCRATIZAÇÃO DA
EDUCAÇÃO AMBIENTAL


Lucas de Souza
Claudia Guimarães Camargo Campos
Daiana Petry Rufato
Andressa Ellen Bastos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2492210112>

CAPÍTULO 3 21

A PERCEPÇÃO DO CONSUMIDOR SOBRE A UTILIZAÇÃO DE SACOLAS
PLÁSTICAS NA CIDADE DE MANAUS-AM


Clara Francy da Costa Backsmann
Stacy Ana da Silva
Fabrício Nunes de Freitas
Ariadne Freitas da Silva
Larissa Inácio Soares de Oliveira
Antonio Emerson Fernandes da Silva
Katarine Farias de Souza
Janaína da Silva Mariano
Gabriele Lorrane Santos Silva
Pedro Henrique Farias Vianna
Celino Juvêncio Ribeiro Pereira Junior
Francinéia de Araújo Duarte

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2492210113>

CAPÍTULO 432

PRÁTICAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NÃO-FORMAL PARA O
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: ESTUDO DE CASO NO
MUNICÍPIO DE SÃO LOURENÇO DO SUL – RS

Michele Barros de Deus Chuquel da Silva
Juliana Araújo Pereira
Bianca Rocha Martins
Valter Antonio Becegato


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2492210114>

CAPÍTULO 544

ESTUDO COMPARATIVO DO IMPACTO AMBIENTAL DOS PROJETOS DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS, NO CONTEXTO BAIXADA SANTISTA

Bruno Eduardo Baptista Rodrigues Torres

Luis Gustavo Bet

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2492210115>


CAPÍTULO 656

GESTÃO E SUSTENTABILIDADE DO SEGMENTO APÍCOLA EM COMUNIDADES RURAIS DO CEARÁ

Jose Edivaldo Rodrigues dos Santos

Daniel Paiva Mendes

Sérgio Horta Mattos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2492210116>

CAPÍTULO 772

O SETOR MADEIREIRO E A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DOS RESÍDUOS

Cassiano dos Reis Oliveira

Jaqueline Morbach

Ketrin Muterle

Letícia de Vargas Terres


Lucas Augusto Nitz

Valesca Costantin

Suzana Frighetto Ferrarini

Ana Carolina Tramontina

Daniela Mueller de Lara

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2492210117>

CAPÍTULO 885

LOGÍSTICA REVERSA DE PRODUTOS PÓS CONSUMO CONTENDO METAIS PESADOS: UM ESTUDO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Jeferson Luis da Silva Rosa

Karin Buss Dias Bernardo

Marco Antônio Trisch Mendonça

Rafael Fernandes


Rita de Cássia dos Santos Silveira

Thais Fantinel Malta

Suzana Frighetto Ferrarini

Ana Carolina Tramontina

Daniela Mueller de Lara

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2492210118>


CAPÍTULO 998

LATITUDINAL TRENDS IN FOLIAR OILS OF *Hyptis suaveolens*

Tatiane Martins Lobo

Raquel Ferreira dos Santos


Elaine Rose Maia
Pedro Henrique Ferri

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2492210119>

CAPÍTULO 10..... 107

CLIMA URBANO E VEGETAÇÃO: O PAPEL DE UMA ÁREA DE MATA NA
FORMAÇÃO DE UMA ILHA FRIA EM UMA ÁREA URBANA

Gilson Campos Ferreira da Cruz


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24922101110>

CAPÍTULO 11 127

PERFIL METÁLICO EM ÁGUAS RESIDUÁRIAS PROVENIENTE DE SISTEMAS
DE DRENAGEM COM DESPEJO NO MAR

Andreia Borges de Oliveira

Fernanda Engel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24922101111>


CAPÍTULO 12..... 148

AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DE ALUMÍNIO DE ÁGUA UTILIZANDO
ADSORVENTE PRODUZIDO A PARTIR DE FOLHAS DE *PERSEA AMERICANA*
MILL

Fabiola Tomassoni

Cristiane Lisboa Giroletti

Maria Eliza Nagel-Hassemer

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24922101112>

CAPÍTULO 13..... 157

DETECTION OF CAFFEINE, ITS HUMAN METABOLITES, DEGRADATION
PRODUCTS; AND TIBOLONE IN THE MEIA PONTE RIVER, BRAZIL

Kátia Maria de Souza


Paulo de Tarso Ferreira Sales

Mariângela Fontes Santiago

Sérgio Botelho de Oliveira

Fernando Schimidt

Rivanda da Costa Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24922101113>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 169

ÍNDICE REMISSIVO..... 170

LATITUDINAL TRENDS IN FOLIAR OILS OF *Hyptis suaveolens*

Data de submissão: 29/07/2022

Data de aceite: 01/11/2022

Tatiane Martins Lobo

Universidade Federal de Goiás, Instituto de Química
Goiânia – Goiás
<http://lattes.cnpq.br/2439427579023421>

Raquel Ferreira dos Santos

Universidade Federal de Goiás, Instituto de Química
Goiânia – Goiás
<http://lattes.cnpq.br/8737170467298135>

Elaine Rose Maia

Universidade de Brasília, Instituto de Química
Brasília – DF
<http://lattes.cnpq.br/5478396330543815>

Pedro Henrique Ferri

Universidade Federal de Goiás, Instituto de Química
Goiânia – Goiás
<http://lattes.cnpq.br/2129799749473005>

ABSTRACT: Essential oil constituents from three chemotypes of *Hyptis suaveolens* from Brazilian Cerrado were optimised by semi-empirical molecular orbital method and some physicochemical properties, and its distance-based topological indices were

calculated. The results were submitted initially to principal component (PCA) and hierarchical cluster analysis (HCA) which allowed four groups of constituents to be distinguished with respect to biosynthetic class and oxidation level. Monoterpene hydrocarbons were produced in the samples grown at higher latitudes and characterised by the highest positive heats of formation (DH_f) and the lowest topological hierarchy. On the other hand, oxygenated sesquiterpenes, with the lowest DH_f values and the highest topological level, were mainly produced in the samples grown at lower latitudes. A trend to more highly oxidised monoterpene and sesquiterpenes seems to accompany the transition from the central Brazilian plateau (chemotypes I and II) to sites near the Amazonian region (chemotype III).

KEYWORDS: Essential oils; chemotypes; topological index.

TENDÊNCIAS LATITUDIAIS EM ÓLEOS FOLIARES DE *Hyptis suaveolens*

RESUMO: Os constituintes dos óleos

essenciais de três quimiotipos de *Hyptis suaveolens* do Cerrado brasileiro foram otimizados pelo método semiempírico do orbital molecular e algumas propriedades físico-químicas e os índices topológicos baseados em distância foram calculados. Os resultados foram submetidos a análise de componentes principais (PCA) e de agrupamento hierárquico (HCA) o qual permitiram a distinção de quatro grupos de constituintes com respeito a classe biossintética e ao nível de oxidação. Hidrocarbonetos monoterpênicos foram produzidos em amostras que cresceram em altitudes elevadas e caracterizadas pelos mais altos valores positivos do calor de formação (DH_f) e mais baixa hierarquia topológica. Por outro lado, sesquiterpenos oxigenados, com os mais baixos valores de DH_f e os mais altos níveis topológicos foram principalmente produzidos em amostras coletadas a baixas latitudes. Uma tendência para monoterpênicos e sesquiterpenos mais oxidados parece acompanhar a transição do planalto central brasileiro (quimiotipos I e II) para locais próximos à região amazônica (quimiotipo III). **PALAVRAS-CHAVE:** Óleos essenciais; quimiotipos; índice topológico.

1 | INTRODUCTION

Topological data analysis plays an important role in the use of chemometric methods such as principal component analysis, pattern recognition, cluster analysis, artificial neural networks, as well as in screening combinatorial libraries (ZHANG *et al.*, 2018). The application of these multivariate data analysis methodologies requires the representation of chemical structures by a set of numbers called molecular descriptors, which contain information on the number and type of connections between the atoms that form the molecule. A number of different approaches for defining molecular descriptors are available (GONZALEZ-DIAZ *et al.*, 2007). A widely used method is the characterisation of molecular structure based on a graph theory (ZHANG *et al.*, 2019) whose topological indices relate to a numeric quantity derived directly and unambiguously from the structural graph of a molecule. Each molecule is assimilated to a graph in which atoms are represented by points called vertices and bonds are represented by edges between vertices. These natural distance-based indices can be correlated with many physical, chemical, and biological properties of various types of compounds (BALISTER *et al.*, 2007). However, to our knowledge, applications of such methods to biochemical ecology or chemosystematic data have not been described up to the present.

Plant biochemical ecology studies are generally based on calculated chemical indices that reflect the level of compound oxidation to quantify the evolutionary advancement parameters (FIGUEIREDO *et al.*, 1995) or carbon skeletal specialisation (GOTTLIEB, 1989). The number of isolated compounds or the number of their occurrences has also been used to display similarities between groups of plants (GOTTLIEB, 1982). Others consider the chemical variations within a biogenetic context using biosynthetic-step indices (LEVY, 1977) or stepmatrix methods (BARKMAN, 2001). In some studies, compounds, classes, or substitution features were simply represented as present or absent (NANDI *et al.*, 1998). While several of these methods present advantages, most suffer from problems of non-

independence to secondary compound variations and some are restricted to well-known biogenetic pathways.

In this work, distance matrix-based molecular valence connectivity indices (SLUGA *et al.*, 2020) of oil constituents from three chemotypes of *H. suaveolens* are used to demonstrate how topological indices can help to establish the connection between essential oil variations in relation to ecological and geographical environments. For this purpose, the data set used consists of essential oil constituents which were previously obtained by clustering of eleven different sampling sites of *H. suaveolens* (AZEVEDO *et al.*, 2001). Three-dimensional molecular geometry of all essential oil constituents was optimised by semi-empirical molecular orbital method and some physicochemical properties, and their molecular valence connectivity indices were calculated. In order to study chemical variability, the chemical constituents and their physicochemical properties, and molecular valence connectivity indices were submitted to principal component (PCA) and hierarchical cluster analysis (HCA) in order to detect some pattern distribution of constituents and to identify which variables can differentiate and model the groups of oil chemotypes.

2 | EXPERIMENTAL SECTION

2.1 Molecular descriptors

The 2D structure of 40 volatile constituents of *H. suaveolens* essential oil (AZEVEDO *et al.*, 2001) was sketched using ChemDraw Ultra 5.0 (CambridgeSoft) and was exported to TSAR 3D (TSAR 3D, 2000). Three-dimensional structures of all molecules were generated using CORINA package in TSAR 3D and their geometries were optimised using the COSMIC module of TSAR 3D, while the effects of flexible bond to the original conformation of molecules were considered sufficient. VAMP, a semi-empirical molecular orbital package added to TSAR 3D, was used to calculate electronic properties and to perform structure optimizations in vacuum using default parameters and AM1 method in the restricted Hartree-Fock formalism. Molecular descriptors for the entire molecules, calculated with TSAR 3D, included the molecular surface area (A_m) and molar volume (V_m), heats of formation (DH_f), total dipole moment (m), energy of the highest occupied molecular orbital (E_{HOMO}), and energy of the lowest unoccupied molecular orbital (E_{LUMO}). The hydrophobic parameter $\log P$ was calculated with ACD/log P 1.0 (ACDLabs). The molecular valence connectivity indices ${}^m\text{C}^v$ (m , order 0 to 5) were calculated in TSAR 3D.

2.2 Multivariate analysis

Principal component (PCA) and hierarchical cluster analysis (HCA) were applied in order to examine the interrelationships between the three *H. suaveolens* chemotypes, physicochemical properties, and distance-based topological indices of all essential oil constituents. Nearest neighbour complete linkage technique was used as an index of similarity and hierarchical clustering was performed according to Ward's variance minimising method (WARD, 1963). All the calculations were carried out using the Système Portable

3 I RESULTS AND DISCUSSION

Qualitative and quantitative data for the set of 40 volatile compounds from *H. suaveolens* essential oil in their chemotypes I-III are shown in Table 1.

Oil constituent	0_{χ^v}	1_{χ^v}	2_{χ^v}	3_{χ^v}	4_{χ^v}	5_{χ^v}	ΔH_b (kcal/mol)	E_{HOMO} (kcal/mol)	E_{LUMO} (kcal/mol)	μ (D)	A_m (Å ²)	V_m (Å ³)	$\log P$	Chemotypes ^a (%)		
														I	II	III
Tricyclene	7.146	4.582	5.386	5.236	3.949	2.710	23.121	-10.146	2.797	0.480	167.86	119.94	4.041	0.23	0.15	0.72
α -Pinene	7.146	4.278	4.578	3.600	2.368	1.812	16.960	-9.150	1.160	0.527	173.77	123.54	4.372	0.96	0.70	0.91
Sabinene	6.983	4.343	4.303	3.468	2.453	1.339	18.125	-9.460	1.254	0.701	179.16	123.21	4.127	13.50	17.13	16.10
β -Pinene	6.983	4.298	4.504	3.777	2.615	1.685	17.917	-9.531	1.303	0.696	173.87	121.78	4.367	2.15	1.34	1.71
Myrcene	6.983	3.601	2.683	1.307	0.648	0.296	20.174	-9.198	0.506	0.609	194.98	129.46	4.583	1.43	1.67	0.91
δ -2-Carene	7.146	4.295	4.505	3.286	2.152	1.617	8.673	-9.105	1.135	0.495	181.56	123.02	4.372	1.74	3.07	0.68
δ -3-Carene	7.146	4.278	4.525	3.383	2.186	1.620	8.103	-9.212	1.237	0.453	174.08	121.45	4.372	0.38	0.03	0.01
α -Terpinene	7.146	4.061	3.409	2.132	1.239	0.818	-7.948	-8.445	0.429	0.788	186.32	125.62	4.530	1.26	1.87	2.13
α -Cymene	6.887	3.771	3.011	1.811	1.235	0.538	-1.231	-9.196	0.540	0.849	177.77	121.62	4.017	0.08	1.85	0.07
Limonene	6.983	4.009	3.368	2.335	1.413	0.977	-4.219	-9.234	1.197	0.673	185.61	125.91	4.579	8.51	15.19	5.69
β -Phellandrene	6.931	4.059	3.464	2.234	1.347	0.859	-1.689	-8.933	0.487	0.879	179.00	117.26	4.354	8.63	16.48	3.84
1,8-Cineole	7.814	4.721	4.930	3.536	2.744	1.956	-70.763	-10.011	2.851	1.526	181.84	132.61	2.821	9.84	1.25	8.42
γ -Terpinene	7.146	4.044	3.393	2.114	1.222	0.810	-7.763	-8.905	1.165	0.161	189.40	125.91	4.358	2.44	10.65	3.64
<i>cis</i> -Sabinene hydrate	7.723	4.713	5.002	3.911	2.833	1.786	-51.547	-10.274	2.743	1.768	189.88	134.69	2.529	0.17	0.15	0.48
<i>p</i> -Mentha-2,4(8)-diene	7.146	4.045	3.400	2.137	1.260	0.877	-7.580	-8.493	0.403	0.423	185.18	126.62	4.550	11.73	0.92	2.86
Linalool	7.723	3.971	3.381	1.643	0.755	0.349	-48.085	-9.358	1.088	1.752	203.58	142.48	3.281	0.25	0.05	0.23
<i>cis-p</i> -Menth-2-en-1-ol	7.671	4.429	4.163	2.543	1.525	1.074	-69.010	-9.882	1.079	2.029	190.96	135.66	2.894	0.11	-	0.19
Camphor	6.607	4.516	4.917	4.483	2.902	1.755	-47.702	-10.050	1.039	3.073	172.00	129.50	2.128	0.11	0.46	0.23
<i>trans</i> -dihydro- α -Terpineol	7.930	4.723	4.611	3.015	1.967	1.428	-94.194	-10.320	3.394	1.848	187.62	139.48	3.061	0.03	-	0.17
Terpinen-4-ol	7.723	4.425	4.013	2.831	1.493	1.110	-71.903	-9.212	1.263	1.379	192.70	135.93	2.993	3.56	2.22	5.03
α -Terpineol	7.723	4.379	4.175	2.637	1.607	1.074	-73.639	-9.330	1.143	1.655	196.00	135.57	2.732	0.62	0.07	0.58
δ -Elemene	10.638	5.900	5.430	3.782	2.472	1.628	10.624	-9.334	1.125	0.944	242.47	185.11	6.572	0.99	0.29	1.40
α -Cubebene	10.585	6.754	6.654	5.719	4.834	3.932	0.300	-9.061	1.128	0.398	239.06	180.48	6.151	0.28	0.07	-
β -Bourbonene	10.422	6.731	6.807	6.011	5.171	4.015	32.210	-9.526	1.315	0.504	227.36	183.03	6.166	0.48	0.07	1.04
β -Elemene	10.475	5.848	5.427	4.106	2.787	1.935	12.051	-9.581	1.199	1.134	241.94	183.52	6.629	0.89	0.37	1.80
(<i>E</i>)-Caryophyllene	10.475	6.338	6.192	4.568	3.322	2.282	6.407	-9.082	1.239	0.564	231.07	184.66	6.777	5.55	4.75	7.94
<i>cis</i> -Thujopsene	10.690	6.597	7.178	5.996	5.063	3.367	2.088	-9.055	1.164	0.573	220.85	182.32	6.364	0.06	0.07	0.01
α -Humulene	10.638	5.985	5.439	3.017	1.801	1.238	4.716	-9.017	0.984	0.479	236.96	185.74	7.030	1.45	0.67	0.69
γ -Curcumene	9.715	5.688	4.468	2.831	1.839	1.132	-3.373	-8.584	0.452	0.828	238.18	173.62	6.717	0.31	-	-
Germacrene D	10.422	6.109	5.053	3.266	1.995	1.255	6.669	-8.963	0.864	0.963	243.36	181.38	6.793	3.13	1.65	6.54
β -Selinene	10.682	6.704	6.497	5.147	3.852	2.997	-39.944	-9.573	1.365	0.756	233.37	186.73	6.587	-	0.24	-
Bicyclogermacrene	10.638	6.345	6.095	4.318	2.800	1.985	16.349	-8.904	1.063	0.420	237.23	186.16	6.783	7.55	3.49	11.49
δ -Cadinene	9.715	6.050	5.245	4.045	3.135	2.326	-17.562	-8.975	1.203	0.215	225.45	170.01	6.553	0.08	0.29	0.42
Germacrene B	10.690	6.058	4.947	3.257	1.952	1.248	-2.489	-8.861	0.939	0.481	235.35	186.76	7.080	0.01	0.41	0.09
Spathulenol	10.792	6.756	7.179	5.773	4.610	3.739	-37.567	-9.666	1.184	1.195	228.68	189.78	4.456	2.59	3.57	3.41
Globulol	11.162	7.079	7.588	6.202	4.999	4.054	-56.593	-10.019	2.728	1.818	230.61	194.51	4.807	0.60	0.04	1.15
1,10-di- <i>epi</i> -Cubenol	11.162	6.845	6.416	5.065	3.787	3.087	-87.080	-9.258	1.162	1.613	243.64	196.59	4.970	0.18	0.07	0.45
<i>epi</i> - α -Cadinol	11.162	6.813	6.539	4.925	3.866	3.012	-86.875	-9.134	1.360	1.520	247.62	194.82	4.945	1.54	0.59	2.84
<i>epi</i> - α -Muurolool	11.162	6.813	6.539	4.925	3.866	3.012	-87.530	-9.233	1.246	1.678	242.76	194.29	4.945	0.59	1.02	1.53
α -Cadinol	11.162	6.813	6.539	4.925	3.866	3.012	-89.840	-9.218	1.258	1.527	245.82	193.15	4.945	0.44	0.26	0.60

^aPopulations sampled (AZEVEDO *et al.*, 2001): I (2), II (4), III (5).

Table 1. Volatiles from clustered *H. suaveolens* essential oil with their distance-based topological indices and physicochemical properties.

The percentage of each constituent in the oil chemotypes was obtained from the mean value of clustered original populations (AZEVEDO *et al.*, 2001). PCA ordination resulted in the suitable representation of topological hierarchy of the chemical data (Figure 1).

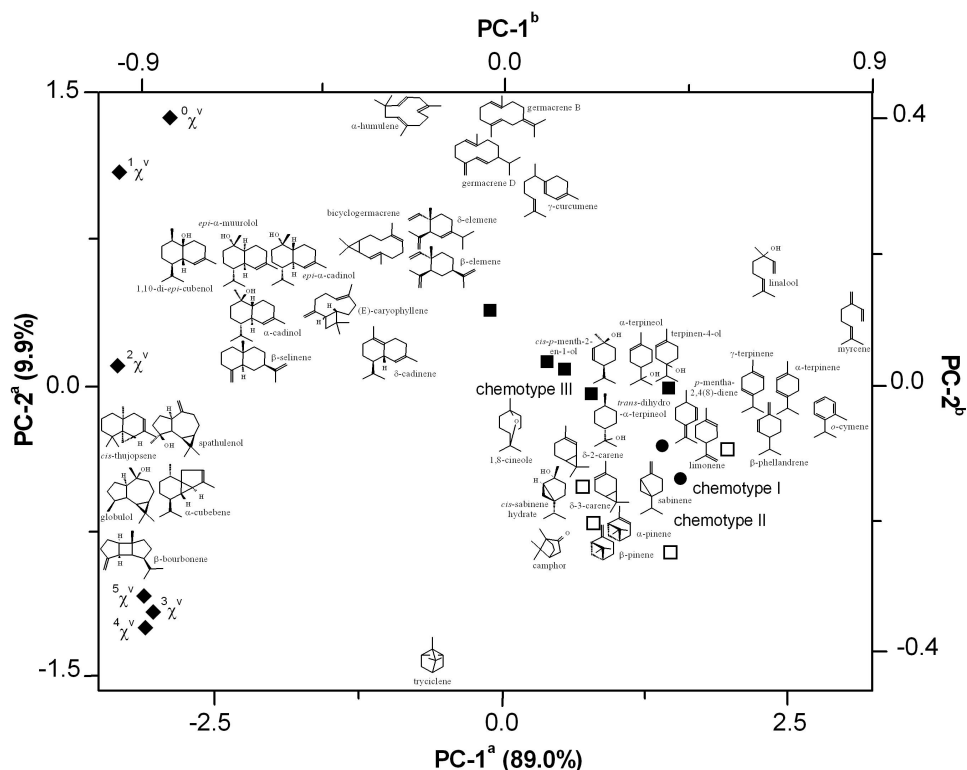


Figure 1. PCA of oil constituents from *H. suaveolens* populations with their chemotypes I (●), II (□), and III (■): loadings of volatiles (^aaxes) and scores (^baxes) for topological indices (◆).

The pattern of terpene distribution is similar to Ruzicka's hypothetical schemes of monoterpenes and sesquiterpenes biosynthesis (DEWICK, 2009). The separation of monoterpenes and sesquiterpenes along PC-1 (89% of total variance) is in accordance with each other's biosynthetic independence because plants produce both in different pathways and subcellular compartments (LICHTENTHALER, 1999). The chemical polymorphism in chemotypes may be observed, with chemotype III on the left of PC-1. Furthermore, as the index order value increases, the degree of skeleton branching increases in each terpenoid series. The greater adjacency in branching, the lower compounds are located. All ^mC^v indices of order $m \geq 2$ are dependent upon the structure of the molecular skeleton, while indices of order 0 and 1 describe the immediate bonding environment of atoms and the number of cycles or rings in the structure, respectively. Based on this analysis, it is clear that valence connectivity indices provide a chemically meaningful organization of complex and quite

different backbone terpenoidal skeletons.

PCA applied to all data retaining 68% of the total variance (Figure 2).

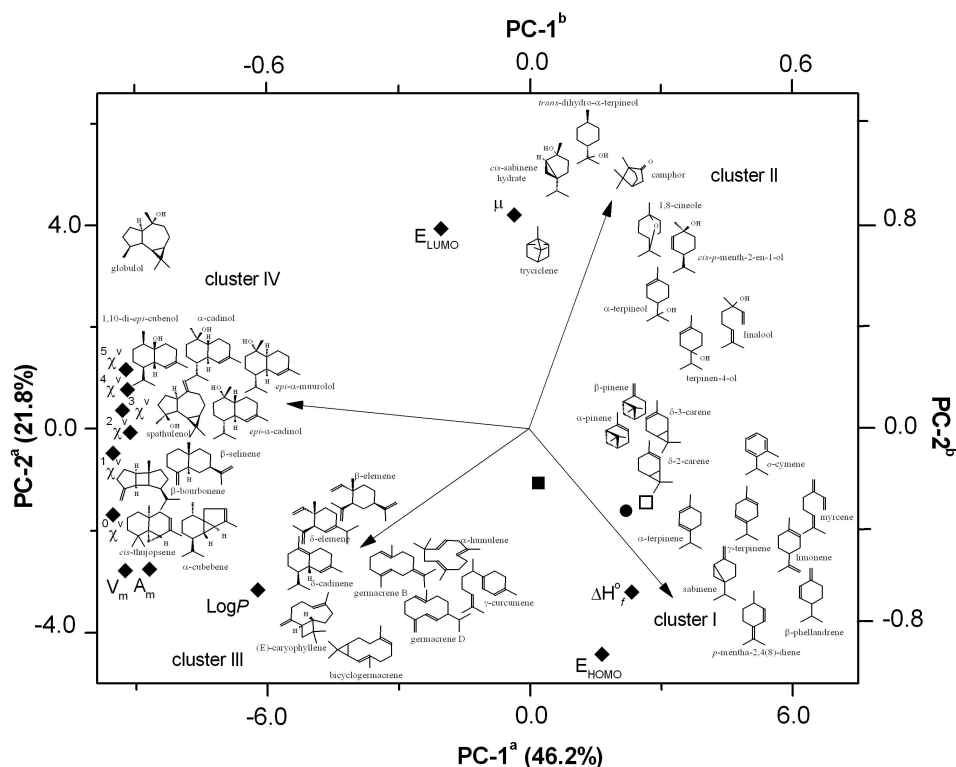


Figure 2. PCA of oil constituents to which cluster it belongs (cluster I to IV). Loadings of volatiles (^aaxes) and scores (^baxes) for topological indices, physicochemical properties (◆) and centroids of chemotypes I (●), II (◻), and III (■).

PC-1 is primarily made up of descriptors characterising the molecules in terms of their size (A_m , V_m , and m^{c^v}), since m^{c^v} is also a measure of the size of the molecule (RANDIC & ZUPAN, 2001), while PC-2 is primarily made up of electronic descriptors (E_{HOMO} , E_{LUMO} , m , DH_f , and $\log P$), since $\log P$ is an operational definition of lipophilicity. The first component separates monoterpenes (C_{10}) from sesquiterpenes (C_{15}) and the second component distinguishes mainly hydrocarbons from oxygenated skeletons. Thus, four clusters of oil constituents were found according to class and oxidation level: cluster I was characterised by monoterpene hydrocarbons with higher values of DH_f (4.96 ± 10.77 kcal/mol) ($p < 0.002$) and E_{HOMO} (-9.07 ± 0.32 kcal/mol) ($p < 0.02$); cluster II was represented by oxygenated monoterpenes which showed higher m (1.72 ± 0.64 D) ($p < 0.0001$) and E_{LUMO} (1.93 ± 0.92 kcal/mol) ($p < 0.001$) values; cluster III revealed sesquiterpene hydrocarbons with higher values of $\log P$ (6.77 ± 0.17) ($p < 0.0001$), A_m ($236.89 \pm 5.45 \text{ \AA}^2$) ($p < 0.0001$), V_m ($181.88 \pm 5.65 \text{ \AA}^3$) ($p < 0.001$), and $^{c^v}$ (10.38 ± 0.37) ($p < 0.002$); and cluster IV was predominantly formed by oxygenated sesquiterpenes with higher ($p < 0.0001$) topological hierarchy level,

such as $^5c^v$ (3.42 ± 0.44), $^4c^v$ (4.39 ± 0.56), $^2c^v$ (6.79 ± 0.37), $^3c^v$ (5.47 ± 0.49), $^1c^v$ (6.79 ± 0.12), $^0c^v$ (10.90 ± 0.28); V_m ($189.57 \pm 5.68 \text{ \AA}^3$) and A_m ($235.98 \pm 8.59 \text{ \AA}^2$).

The PCA analysis clearly shows the relationships among the different chemotypes of *H. suaveolens*. Loading values revealed a strong correlation between chemotypes I ($p < 0.008$) and II ($p < 0.0001$) with monoterpene hydrocarbons (mean content $71.01 \pm 2.39\%$ and $53.02 \pm 2.91\%$, respectively). Results suggested that plants from sampling sites located at a higher latitude ($S 19^\circ 4' \pm 57'$; chemotypes I and II) were able to accumulate monoterpene hydrocarbons with high positive DH_f values (cluster I), which may favour a better bioconversion at molecular level. On the other hand, sesquiterpenes with the highest $\log P$ and $^m c^v$ indice were mainly produced in plant grown at a lower latitude ($S 15^\circ 27' \pm 1^\circ 11'$; chemotype III). It has not been surprising, therefore, that excellent correlations have been found between connectivity indices and hydrophobic properties of varying groups of compounds (KIER & HALL, 1986). Since terpenoids are water-insoluble (lipophilic), lipophilicity, which indicates how easily a molecule is transported across a membrane, is a closely related property of terpenoids (MAZZATORTA *et al.*, 2005). In fact, volatile terpenes that showed the highest neuroprotective activity in cellular model in vitro showed also the highest $\log P$ (CHANG *et al.*, 2007). Hence, since the lipophilic character of compounds is an important factor in absorption, transport, partitioning phenomena, compound metabolism and excretion (LIU *et al.*, 2011), the $\log P$ may be used for the estimation of volatile terpenoid variations in different chemotypes.

To judge from the presently available data, a trend to more highly oxidised monoterpene and sesquiterpenes seems to accompany the transition of sampling sites from the central Brazilian plateau (chemotypes I and II) to sites near the Amazonian region (chemotype III) (AZEVEDO *et al.*, 2001). The same pattern of oxidative variation was observed in the leaf essential oil of *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae). The relative amount of oxygenated constituents was higher in specimen collected in the Amazonian region than in Cerrado plants (LAGO *et al.*, 2003). This apparent dichotomy in essential oil variation could be explained by the different climate conditions and may reflect selective pressures in the different ecological and geographical environments. Along this direction a gradual change from the cold and dry Austral Continental (Cerrado) to the hot and humid Amazonian type occurs (AZEVEDO & CASER, 1980; RIBEIRO *et al.*, 1999), which could lead to higher oxidation of plant constituents (MANN *et al.*, 1994).

4 | CONCLUSION

The chemical variability of *Hyptis suaveolens* essential oils is related to the latitude of the populations sampled. The results suggest that the decrease in latitude is accompanied by an increase in the complexity and degree of molecular oxidation (monoterpenes to sesquiterpenes), probably as an adaptive response to wild populations.

ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to thank the Accelrys and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) for its financial support (# 401188/2016-7).

REFERENCES

AZEVEDO, L. G.; CASER, R. L. Regionalização do Cerrado em função dos seus ecossistemas. *In: Quinto Simpósio sobre o Cerrado: Uso e Manejo*. Editerra/EMBRAPA/CPAC: Brasília, p. 211-229, 1980.

AZEVEDO, N. R.; CAMPOS, I. F. P.; FERREIRA, H. D.; PORTES, T. A.; SANTOS, S. C.; SERAPHIN, J. C.; PAULA, J. R.; FERRI, P. H. Chemical variability in the essential oil of *Hyptis suaveolens*. **Phytochemistry**, v. 57, n. 5, p. 733-736, 2001.

BALISTER, P.; BOLLOBÁS, B.; GERKE, S. The generalized Randić index of trees. **Journal of Graph Theory**, v. 56, n. 4, p. 270-286, 2007.

BARKMAN, T. J. Character coding of secondary chemical variation for use in phylogenetic analyses. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 29, n. 1, p. 1-20, 2001.

CHANG, H. -J.; KIM, H. J.; CHUN, H. S. Quantitative structure-activity relationship (QSAR) for neuroprotective activity of terpenoids. **Life Sciences**, v. 80, n. 9, p. 835-841, 2007.

DEWICK, P. M. **Medicinal natural products: a biosynthetic approach**, 3rd ed. John Wiley & Sons, 2009.

FIGUEIREDO, M. R.; KAPLAN, M. A. C.; GOTTLIEB, O. R. Diterpenes, taxonomic markers? **Plant Systematics and Evolution**, v. 195, p. 149-158, 1995.

GONZALEZ-DIAZ, H.; VILAR, S.; SANTANA, L.; URIARTE, E. Medicinal chemistry and bioinformatics - current trends in drugs discovery with networks topological indices. **Current Topics in Medicinal Chemistry**, v. 7, n. 10, p. 1015-1029, 2007.

GOTTLIEB, O. R. **Micromolecular evolution, systematics and ecology**. Springer Verlag: New York, NY, 1982.

GOTTLIEB, O. R. Role of oxygen in phytochemical evolution towards diversity. **Phytochemistry**, v. 28, n. 10, p. 2545-2558, 1989.

KIER, L. B.; HALL, L. H. **Molecular connectivity in structure-activity relationship**. Wiley: New York, NY, 1986.

LAGO, J. H. G.; ÁVILA, P.; MORENO, P. R. H.; LIMBERGER, R. P.; APEL, M. A.; HENRIQUES, A. T. Analysis, comparison and variation on the chemical composition from the leaf volatile oil of *Xylopia aromatica* (Annonaceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 31, n. 6, 669-672, 2003.

LEVY, M. Minimum biosynthetic-step indices as measures of comparative flavonoid affinity. **Systematic Botany**, v. 2, n. 2, p. 89-97, 1977.

LICHTENTHALER, H. K. The 1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate pathway of isoprenoid biosynthesis in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 50, p. 47-65, 1999.

LIU, X.; TESTA, B.; FAHR, A. Lipophilicity and its relationship with passive Drug permeation. **Pharmaceutical Research**, v. 28, n. 5, p. 962-977, 2011.

MANN, J.; DAVIDSON, R. S.; HOBBS, J. B.; BANTHORPE, D. V.; HARBORNE, J. B. **Natural products. their chemistry and biological significance**. Essex Longman: London, 1994.

MAZZATORTA, P.; SMIESKO, M.; PIPARO, E. L.; BENFENATI, E. QSAR Model for Predicting Pesticide Aquatic Toxicity. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 45, n. 6, p. 1767-1774, 2005.

NANDI, O. I.; CHASE, M. W.; ENDRESS, P. K. A combined cladistic analysis of angiosperms using rbcL and non-molecular data sets. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 85, n. 1, p. 137-214, 1998.

RANDIC, M.; ZUPAN, J. On interpretation of well-known topological indices. **Journal of Chemical Information and Computer Sciences**, v. 41, n. 3, p. 550-560, 2001.

RIBEIRO, L. E. L. S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M. **Flora da reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central**. INPA: Manaus, AM, 1999.

SLUGA, J.; VENKO, K.; DRGAN, V.; NOVIC, M. QSPR Models for Prediction of Aqueous Solubility: Exploring the Potency of Randic-type Indices. **Croatica Chemica Acta**, v. 93, n. 4, p. 1-9, 2020.

TSAR 3D. **Tools for structure activity relationships**, version 3.3. Accelrys: San Diego, CA, 2000.

WARD, J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of the American Statistical Association**, v. 58, n. 301, p. 236-244, 1963.

ZHANG, Q.; XIAO, K.; CHEN, M.; XU, L. Calculation of topological indices from molecular structures and applications. **Journal of Chemometrics**, v. 32, n. 11, p. e2928, 2018.

ZHANG, X.; AWAIS, H. M.; JAVAID, M.; SIDDIQUI, M. K. Multiplicative Zagreb indices of molecular graphs. **Journal of Chemistry**, v. 2019, e5294198, 2019.

A

Adsorção 148, 150, 151, 153, 154, 155, 156
Agronegócio 57, 58, 59, 60, 61, 70, 71
Água potável 3, 12, 80, 148, 149, 150, 153, 155, 165
Águas residuárias 127
Alumínio 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156
Amazonian region 98, 104
Apicultura 57, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 68, 70, 71
Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) 11, 18, 33, 39
Atividade antrópica 8, 10

B

Baixada Santista 44, 45, 46, 53
Balanço Total de Emissões de CO₂ (BTE) 46
Biodiversidade 8, 10, 12, 15, 19, 20, 73, 128
Biota marinha 127, 129

C

Caffeine 157, 158, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168
Chemotypes 98, 100, 101, 102, 103, 104
Clima urbano 107, 108, 109, 110, 112, 117, 126
Contaminantes 24, 127, 129, 134, 136, 137, 141, 169
Corpos hídricos 3, 12, 75, 149

E

Ecosistema 3, 128, 129, 137
Educação ambiental 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 26, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 53, 169
Efeitos deletérios 149
Essential oil 98
Estação de tratamento de água 149
Exposição crônica 136

F

Fontes renováveis 50

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) 73
Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) 76, 82, 86, 93

G

Gases do Efeito Estufa (GEE) 45, 54
Gestão ambiental 7, 30, 33, 41, 79, 88

H

Hidrocarbonetos Totais (HCT) 49
Hierarchical cluster analysis (HCA) 98, 100
Hormones 143, 157, 164

I

Ilha de calor 107, 109, 119, 120, 122, 125, 126
Ilha fria 107, 109, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125
Impactos ambientais 4, 16, 21, 23, 24, 29, 30, 38, 39, 51, 53, 73, 75, 83, 87, 92

L

Latitudes 98, 99
Lixões 1, 3, 12, 21, 22, 29
Logística Reversa (LR) 3, 6, 41, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 95, 96, 97

M

Madeira 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 81, 82, 83
Madeira 82
Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) 76, 82, 91, 92, 94, 96, 97
Materiais biodegradáveis 3, 7, 21
Material Particulado (PM10) 49
Meio ambiente 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 32, 34, 38, 39, 41, 60, 74, 75, 76, 78, 81, 82, 83, 87, 88, 89, 90, 91, 94, 95, 96, 97, 127, 133, 135, 142, 143, 144, 155, 165
Mel 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71
Metais pesados 85, 87, 90, 91, 92, 93, 94, 97, 147
Mudanças climáticas 12, 13, 17, 45, 54, 107, 108

O

Óleos residuais de cozinha 37
Organismos aquáticos 136, 140, 145

P

Plástico 2, 3, 7, 22, 23, 24, 30, 33, 34, 42, 68, 88

Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) 10, 18, 33, 40

Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) 6, 7, 29, 44, 45, 51, 54, 81, 85, 87, 95, 96

Poliuição 1, 4, 7, 15, 21, 22, 24, 25, 39, 88, 95, 96, 129, 134, 144, 145, 146

Pontos de Entrega Voluntária (PEV) 91

Produção apícola 56, 57, 58, 60, 62, 64, 66, 69, 70

Produção mais Limpa (P+L) 74

R

Reaproveitamento 75, 81, 86, 87, 95

Reciclagem 2, 3, 4, 6, 7, 13, 15, 22, 24, 28, 34, 38, 51, 52, 53, 74, 77, 78, 79, 80, 87, 88, 89, 92, 95

Recursos naturais 8, 10, 12, 18, 23, 29, 33, 79, 87, 92, 94, 146, 150

Resíduos sólidos urbanos (RSU) 10, 11, 44, 45, 46

Reutilização 4, 14, 51, 76, 77, 78, 87, 89, 92, 95

River 41, 126, 145, 157, 158, 159, 163, 164, 165

S

Sacolas plásticas 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31

Saneamento básico 129, 130, 141, 144

Serraria 73, 75, 76, 78, 81, 82

Setor madeireiro 72, 73, 74, 78, 81, 83

Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF) 74

Socioambientais 12, 34, 38, 39

Sustentabilidade 7, 8, 9, 10, 11, 13, 16, 24, 30, 33, 42, 54, 56, 57, 58, 70, 71, 72, 74, 78, 79, 81, 82, 85, 86, 88, 95

T

Tibolone 157, 158, 162, 163, 164, 165, 166, 167

U

Unidade de Recuperação Energética (URE) 46

MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE:

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR E CONHECIMENTO CIENTÍFICO



🌐 www.arenaeditora.com.br
✉ contato@arenaeditora.com.br
📷 @arenaeditora
📘 www.facebook.com/arenaeditora.com.br

Atena
Editora
Ano 2022

MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE:

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR E CONHECIMENTO CIENTÍFICO

