



FINGERPRINT DO GÊNERO XANTHOPARMELIA ENCONTRADO NO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO, NORDESTE DO BRASIL

Monica Cristina Barroso Martins
Yara Tauany dos Santos Araujo
Maria de Lourdes Lacerda Buril
Eugênia Cristina Gonçalves Pereira

RESUMO

O semiárido brasileiro, embora rico em biodiversidade, ainda é pouco explorado no campo da Liquenologia, especialmente na região Nordeste. Neste contexto, este estudo teve como objetivo traçar um perfil químico e ambiental da família Parmeliaceae, com ênfase no gênero *Xanthoparmelia*, cujas espécies são reconhecidas pela abundância de metabólitos secundários. As coletas foram realizadas no Parque Nacional do Catimbau (PE), e as amostras foram submetidas a testes específicos (spot test) para identificar metabólitos secundários de relevância taxonômica. Os dados de composição química, substrato e localização georreferenciada foram cruzados e analisados por meio de correspondências, utilizando os métodos de dissimilaridade de Bray-Curtis e similaridade de Qui-quadrado, com a construção de dendrogramas. Os resultados revelaram a presença de sete espécies de *Xanthoparmelia*, encontradas, na grande maioria, em rochas graníticas. A análise química identificou nove compostos fenólicos, e os estudos de similaridade indicaram um padrão químico que correlaciona as espécies com suas respectivas localidades de ocorrência. A partir desses achados, pode-se inferir uma relação entre a composição fenólica e a distribuição dessas espécies no ambiente.

Palavras-chave: Caatinga, Catimbau, Metabólitos secundários, Líquens

ABSTRACT

The Brazilian semi-arid region, although rich in biodiversity, is still largely unexplored in the field of lichenology, especially in the Northeast region. In this context, this study aimed to outline a chemical and environmental profile of the Parmeliaceae family, with an emphasis on the genus *Xanthoparmelia*, whose species are recognized for their abundance of secondary metabolites. The collections were carried out in the Catimbau National Park (PE), and the samples were subjected to specific tests (spot tests) to identify secondary metabolites of taxonomic relevance. The data on chemical composition, substrate, and georeferenced location were cross-referenced and analyzed using correspondence analysis, employing the Bray-Curtis dissimilarity and chi-square similarity methods, with the construction of dendrograms. The results revealed the presence of seven species of *Xanthoparmelia*, found mostly on granitic rocks. Chemical analysis identified nine phenolic compounds, and similarity studies indicated a chemical pattern that correlates species with their respective locations of occurrence. From these findings, a relationship between phenolic composition and the distribution of these species in the environment can be inferred.

Keywords: Caatinga, Catimbau, Secondary metabolites, Lichen

¹Bolsista BFT, Doutora em Bioquímica, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, monicabarmartins@hotmail.com

²Bolsista PIBIC, graduanda do curso de Ciências Biológicas – Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, yara.tauany@ufpe.br

³Pós-Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, lou.lacerda@gmail.com

⁴Supervisora, Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, verticillaris@gmail.com

* Este resumo é parte dos resultados dos Projetos de Pesquisa PIBIC/UFPE/CNPq PVJ240-2024, e BFT-0059-7.06/24, ambos vinculados ao Projeto Universal do CNPq, Processo nº 409164/2023-2

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro foi delimitado por uma portaria do Ministério da Integração Nacional em março de 2005, baseada em três critérios: (i) precipitação anual inferior a 800 mm; (ii) Índice de aridez até 0,5 considerando o balanço hídrico entre 1961 e 1990; e (iii) risco de seca superior a 60 % entre 1970 e 1990. A área inclui 1133 municípios no Nordeste e norte de Minas Gerais, totalizando 982.563 km². Em Pernambuco, são considerados semiáridos 122 municípios, abrangendo o Sertão e parte do Agreste, exceto Barra de Guabiraba, Bonito, Feira Nova, Limoeiro, Machados e São Vicente Férrer (Brasil 2005, Pereira Jr 2007).

A Liquenologia, um campo da Botânica e da Micologia, é pouco explorada no Brasil, sobretudo no Nordeste, uma região com baixa investigação científica, especialmente no seu semiárido (Marcelli, 1997). Entre as famílias de líquens encontradas no semiárido, a *Parmeliaceae* Zenker, inserida na ordem *Lecanorales* (L.), apresenta cerca de 88 gêneros e mais de 2400 espécies, sendo uma das maiores famílias de fungos liquenizados (Kirk *et al.*, 2008). Aparenta ter sua maior distribuição e diversidade nos trópicos e subtropicais, com aproximadamente 2300 espécies descritas no mundo e aproximadamente 725 na América Central e do Sul (LIAS, 2015). Para o Brasil são descritas mais de 290 espécies desta família, com esforços concentrados no sudeste e sul do país. Para a região Nordeste, os estudos ainda são escassos, com 12 espécies relatadas anteriormente para Alagoas, Pernambuco e Paraíba (Barros & Xavier-Filho, 1972, Nash *et al.*, 1995, Pereira *et al.*, 2005). Mais recentemente Cunha (2012) descreveu 69 espécies para a região tocantina, que compreende parte do Maranhão, Tocantins e Pará, das quais 23 são novas para a ciência.

O levantamento das *Parmeliaceae* do semiárido pernambucano revelou a presença espécies de *Xanthoparmelia*, sendo três delas novas para a Ciência. O gênero foi proposto por Hale (1974) a partir de *Parmelia* Seção *Xanthoparmelia* de Vainio (1890), que acomodava todas as espécies amareladas (ácido úsnico cortical), de lobos estreitos (lacínios) e adpressos, com rizinas uniformemente distribuídas e os apotécios sésseis. No entanto, tal circunscrição acabava englobando espécies de outros grupos, como *Hypotrachyna*, *Parmotrema* e *Relicina*, razão pela qual Hale (1974) definiu o grupo como tendo indivíduos exclusivamente saxícolas, cujas rizinas são simples, sem cílios, com ácido úsnico como substância cortical e possuindo córtex paliádico coberto por epicórtex poroso.

A delimitação mais atual do gênero inclui aquelas espécies de talo amarelo esverdeado com apenas ácido úsnico no córtex, foliosas a subcrostosas, epicorticadas, de rizinas simples, parmelioides, com liquenana do tipo *Xanthoparmelia* na parede celular fúngica, com apotécios



laminais imperfurados, ascósporos elipsoides, picnídios laminais e conídios bifusiformes, ocorrendo predominantemente em rochas acídicas, mas também em solo consolidado e com química complexa (Nash *et al.*, 1995).

No entanto, pouco se conhece para além da morfologia das Parmeliaceae e do gênero *Xanthoparmelia*. Estudos correlacionando grupos químicos de importância taxonômica com os substratos e atributos físicos do ambiente de ocorrência podem gerar fingerprints deste gênero, sobretudo em uma área onde informações são escassas e, considerando que os líquens produzem metabólitos bioativos e são indicadores de salubridade ambiental, ou efeitos da ação humana. Tais informações poderão subsidiar planos de manejo e conservação, sobretudo para áreas protegidas, a exemplo do Parque Nacional do Catimbau (PNC).

Por isso, neste estudo objetivou-se traçar um perfil químico e ambiental de espécies de *Xanthoparmelia* ocorrentes no semiárido pernambucano como estratégia de conhecer a micota liquenizada da área, suas propriedades econômicas e o *fingerprint* desses organismos.

METODOLOGIA

Líquens saxícolas e arenícolas do gênero *Xanthoparmelia* foram coletados no Parque Nacional do Catimbau (Buíque, Ibimirim e Tupanatinga- PE). Os espécimes foram coletados e preparados conforme Brodo *et al.* (2001) e Hale (1983). A verificação da presença de metabólitos secundários de importância taxonômica foi efetuada através de testes de "spot" com os reagentes K (hidróxido de potássio, solução saturada em água), C (hipoclorito de sódio comercial), KC (teste K seguido de teste C), P (parafenilenodiamina, solução alcoólica). Além disso, foram utilizadas luz ultravioleta (teste UV) e cromatografia em camada delgada (TLC) em sistemas de solventes, conforme Huneck, Yoshimura (1996) e Bungartz (2001).

Os resultados da composição química, substrato e localidade georreferenciada foram cruzados e submetidos a análises de correspondência utilizando as análises de dissimilaridade de Bray-Curtis e similaridade de Qui-Quadrado, com formação de dendrogramas pelo método WPGMA, para a determinação do fingerprints das espécies ocorrentes na área, utilizando-se recursos estatísticos de correlação.

REFERENCIAL TEÓRICO

Desde a antiguidade, líquens são utilizados pela humanidade auxiliando nas atividades diárias. É relatado o uso de líquens como fixadores de tintas e perfumes, como corantes naturais, na cosmética e na medicina. Essas funções se devem à presença de substâncias derivadas de

seu metabolismo secundário, muitas produzidas exclusivamente por organismos deste grupo taxonômico (Vartia, 1973; Nash III, 2006).

São conhecidas, atualmente, aproximadamente 550 substâncias liquênicas (Hawksworth & Hill, 1984), as quais vêm sendo estudadas conforme efeitos relatados na literatura. Desde então vêm sendo descobertas diversas atividades atribuídas a esses ácidos liquênicos. Muitos dos compostos produzidos pela micota liquenizada possuem alguma aplicação, estando, entre elas, ação antibiótica (Vartia, 1973; Ribeiro *et al.*, 2006; Legaz *et al.*, 2006), atividade antitumoral, cicatrizante e antiinflamatória, (Legaz *et al.*, 2006; Legaz, 2008), antiséptica (Vartia, 1973), proteção contra raios ultravioleta (Rancan *et al.*, 2002; Legaz *et al.*, 2006), efeito tripanocida (Morales *et al.*, 2005; Silva *et al.*, 2008a e 2008b) e potencial antioxidante (Rodrigues *et al.*, 2005; Díaz *et al.*, 2007).

Muitos líquens podem, ainda, ser utilizados como bioindicadores ou biomonitores, devido a sua sensibilidade a mudanças ambientais, podendo ser utilizados como indicativo do estágio de sucessão de florestas, variações climáticas, da recuperação de locais alterados ou modificações ocasionadas por ação antrópica (Oliveira *et al.*, 2005; Kärfer, 2007). Além disso, muitos dos compostos secundários formados por líquens são não-palatáveis e podem servir como defensivos contra herbívoros e decompositores (Nash III, 2006), ou possuírem ação alelopática no desenvolvimento de vegetais (Tigre *et al.*, 2008a; 2008b).

Os ácidos liquênicos são produzidos pelo fungo liquenizado, quando em simbiose com o fotobionte, sendo utilizados muitas vezes para identificação de espécies (Marcelli, 2006). Em geral, em um espécime pode ocorrer de um a vários compostos resultantes do metabolismo secundário. Geralmente, para uma mesma espécie, há um padrão fenólico constante. No entanto, pode ocorrer, dentro de uma mesma espécie, mais de um padrão químico de compostos liquênicos. Raças químicas se originam por mudanças nos produtos naturais constituintes, seja por reposição ou adição/deleção de uma substância (Culberson, 1970). Este autor, analisando quimiotipos de diferentes líquens europeus, observou uma variação química associada à distribuição geográfica, ligando esta diferenciação aos fatores ambientais. O mesmo ainda sugere uma relação entre quimiotipos e distribuição geográfica ou funções ecológicas, relatando que condições ambientais poderiam separar raças químicas por habitat, mas que provavelmente o ambiente não determinaria a constituição química dos indivíduos.

Os líquens que compõem uma paisagem atuam como indicadores vivos de sua estrutura – ou seja, os líquens são capazes de indicar o tipo de ambiente em que vivem. Isto pode ser comprovado em uma escala macro, a partir da estrutura das paisagens e, em escalas de maior detalhe, desde o seu padrão de distribuição dentro da paisagem às características morfológicas,



<i>Xanthoparmelia brasiliensis</i>	X	X	X			X	X	X
<i>xanthoparmelia</i> sp 1	X	X				X		X
<i>Xanthoparmelia kalbii</i>	X		X	X	X			
<i>Xanthoparmelia neocumberlandia</i>	X	X	X			X	X	X
<i>Xanthoparmelia</i> sp 2	X		X	X	X			
<i>Xanthoparmelia</i> sp 3	X	X	X		X	X	X	X
<i>Xanthoparmelia subplittii</i>	X	X				X		X

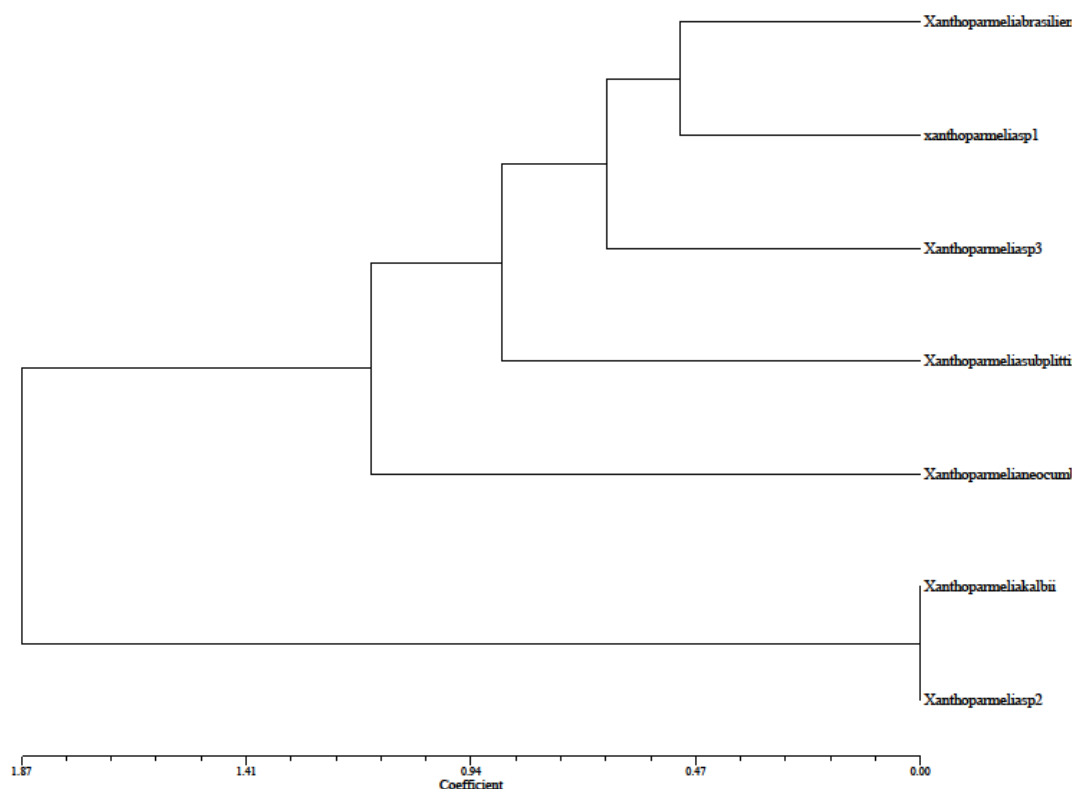


Figura 1: Dendrograma de correlação entre as espécies de *Xanthoparmelia* do Semiárido de Pernambuco e sua composição fenólica, utilizando o teste de Qui-quadrado .

Já ao se analisar a correlação das espécies quanto à localidade, observa-se que a organização geral em dois grandes clados, com as mesmas espécies correlacionadas, é mantida, ainda que as relações dentro dos clados seja um pouco diferente (fig. 2). Ou seja, há a formação de dois grandes clados, o primeiro contendo as espécies *X. brasiliensis*, *neocumberlandia subplittii*, sp. 1 e sp. 3, e o segundo contendo *X. kalbii* e sp 2. *X. brasiliensis*, *neocumberlandia subplittii* formam um clado irmão de X. sp. 1 e sp. 3 dentro do primeiro clado e são espécies mais comumente encontradas no PARNA Catimbau. No caso do segundo clado, no entanto, as espécies são encontradas principalmente em Floresta e Cabrobó, em locais de Caatinga hiperxerófila (tab. 2).

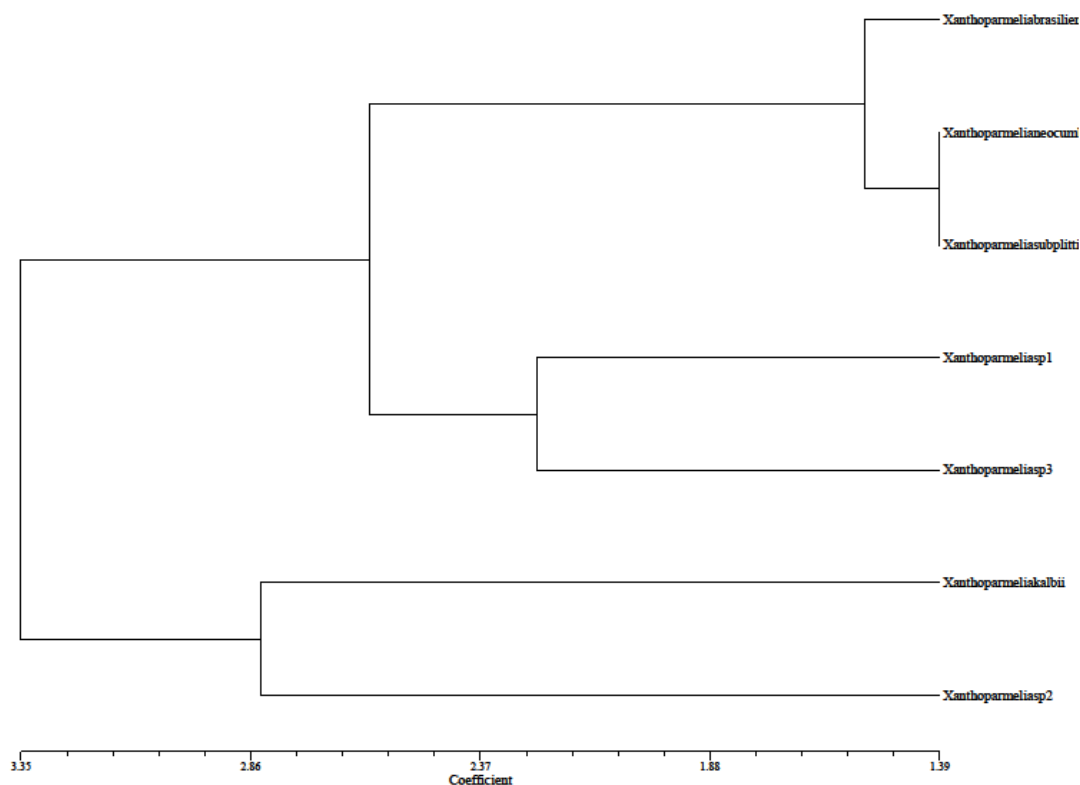


Figura 1: Dendrograma de correlação entre as espécies de *Xanthoparmelia* do Semiárido de Pernambuco e os locais de ocorrência, utilizando o teste de Qui-quadrado .

Tabela 2: Municípios de ocorrência das espécies de *Xanthoparmelia* do Semiárido de Pernambuco.

Município						
Espécie	Catimbau	Pedra	Floresta	Cabrobo	Cabrobo	Salgueiro
<i>Xanthoparmelia brasiliensis</i>	X					X
<i>Xanthoparmelia</i> sp 1	X					
<i>Xanthoparmelia kalbii</i>			X	X		
<i>Xanthoparmelia neocumberlandia</i>	X					
<i>Xanthoparmelia</i> sp 2				X	X	
<i>Xanthoparmelia</i> sp 3	X	X				
<i>Xanthoparmelia subplittii</i>	X	X				

Assim, é possível observar que há uma sobreposição do padrão químico das espécies com suas localidades de ocorrência, o que indica uma correlação entre a composição fenólica e a distribuição dessas espécies.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até o momento, não foi possível evidenciar se há um padrão específico e complexo de composição ou se apenas algumas dessas substâncias influenciam a ocorrência em ambientes

semiáridos, mas este primeiro estudo abre portas para um campo até então pouco explorado e demonstra a importância do conhecimento do *fingerprint* dessas espécies para compreensão da sua adaptabilidade e seu potencial ecológico.

REFERÊNCIAS

BARROS, L. M.; XAVIER-FILHO L. Catálogo dos líquens do Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco. **Anais da Sociedade Botânica do Brasil**. XXIII Congresso Nacional de Botânica, PE- Brasil: 45-55. 1972.

BRASIL. Portaria interministerial nº 1 de 09 de março de 2005. Atualiza os critérios que delimitam a região Semi-Árida do Nordeste. DOU de 11 de março de 2005 Brasil. Ministério da Integração Nacional. 2005. **Nova delimitação do Semiárido Brasileiro**. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. Brasília.

BRODO, I. M.; SHARNOFF, S. D.; SHARNOFF, S. 2001. **Lichens of North America**. Yale University Press. New Haven & London.

BUNGARTZ, F. 2001. Analysis of lichen substances. http://nhc.asu.edu/lherbarium/lichen_info/tlc.php. Accessed in may 2025.

CANÊZ, L. S.; MARCELLI, M. P. Gêneros de *Parmeliaceae* (*Ascomycetes* Liquenizados) na localidade de Fazenda da Estrela, Vacaria, Rio Grande do Sul, Brasil. **Caderno de Pesquisa. Série Biologia** (UNISC) 18: 41–95. 2006.

CULBERSON, C.F. 1970. Chemosystematics and ecology of lichen-forming fungi. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**. V. 1: p 153-170.

CUNHA, I. P. R. **A família *Parmeliaceae* (Fungos liquenizados) região Tocantina: ocorrência e potencial econômico/medicinal**. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco. Recife- PE. 253p. 2012.

DÍAZ, M.; VALENCIA-ISLAS, N.; ROJAS, J. 2007. Estudio químico y potencial antioxidante de una especie del género *Usnea* de la sabana de Bogotá. In: Encuentro del Grupo Latinoamericano de Lichenólogos (GLAL), VIII, Peru. **Libro de resúmenes**. Peru: Concytec, 2007. p. 20.

HALE, M. E. *Bulbothrix*, *Parmelina*, *Relicina* and *Xanthoparmelia*, Four new genera in the *Parmeliaceae* (Lichenes). **Phytologia** 28(5): 479-490. 1974.

HALE, M. E. **The Biology of Lichens**. 3rd ed. Edward Arnold, London. 1983.

HAWKSWORTH, D.L., HILL, D.J. 1984. **The lichen forming-fungi** (Tertiary Level Biology), Blackie & Son, Glasgow.

HORA, B. R.; MARCELLI, M. P.; KITAURA, M. J. *Hypotrachynella*, a new genus segregated from *Hypotrachyna* (*Parmeliaceae*). **Criptogamie, Mycologie** In press. 2015a.

HORA, B. R.; MARCELLI, M. P.; KITAURA, M. J. *Lyngenella*, a new genus segregated from *Hypotrachyna* (Parmeliaceae). **Mycosphere**. In press. 2015b.

HUNECK, S.; YOSHIMURA, I. **Identification of lichen substances**. Springer, Berlin. 1996.
KÄFFER, M. I. 2007. Líquens como bioindicadores ambientais. In: Encuentro del Grupo Latinoamericano de Lichenólogos (GLAL), VIII, Peru. **Libro de resúmenes**. Peru: Concytec, 2007. p. 75.

KIRK, P. M.; CANHÃO, P.; MINTER, D.; STALPERS, J. Ainsworth & Bixby's **Dictionary of the fungi**. 10th ed. CAB International: UK. 2008.

LEGAZ, M. E.; CÓRDOBA, C.V.; PEREIRA, E.C.G.; XAVIER-FILHO, L.; RODRIGUES, S.A. 2006. Importância Econômica dos líquens para o homem. In: Xavier Filho, L. et al. **Biologia de Líquens**. 1. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural.

LEGAZ, M. E. 2008. **Metabolitos vegetales y microbianos para la industria**: Um enfoque biotecnológico. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural.

LIAS 1995–2025. A Global Information System for Lichenized and Non-Lichenized Ascomycetes: www.lias.net.

MARCELLI, M. P. Estudo da diversidade de espécies de fungos liquenizados do Estado de São Paulo. Pp. 1-12. In: Joly, C.A. (Org.). **BIOTA**. São Paulo. São Paulo, Fundação André Toselo. 1997.

MARCELLI, M. P. 2006. Fungos Liquenizados. In: XAVIER FILHO, L. et al. **Biologia de Líquens**. 1. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural.

MORALES, P. SALAS C. CUELLAR, M. 2005. Actividad tripanocida de compuestos de origen líquénico. In: Encontro do grupo latino americano de liquenólogos (GLAL), VII, Curitiba. **Anais**. Curitiba: UFPR, 2005. p. 14.

NASH III, T. H., GRIES C.; ELIX, J. A. **A revision of the lichen genus *Xanthoparmelia* in South America**. Bibliotheca Lichenologica 56: 1-158. 1995.

NASH III, T. H. 2006. **Lichen Biology**. 2. ed. New York :Cambridge University Press.

OLIVEIRA M. A. G. S. et. al. 2005. Qualidade do ar em área industrial, utilizando *Cladonia verticillaris* como biomonitor – dados preliminares. In: Encontro do grupo latino americano de liquenólogos (GLAL), VII, Curitiba. **Anais**. Curitiba: UFPR, 2005. p. 6.

PEREIRA, E. C. G.; SILVA, N. H.; SILVA, A. M.; MARCELLI, M. P. Líquens. In: PORTO, K.C.; TABARELLI, M.; ALMEIDA-CORTEZ, J. (Org.). **Diversidade biológica e conservação da Floresta Atlântica ao norte do rio São Francisco**. 1ed. Recife: Universitária, p. 108-119. 2005.

PEREIRA JR, J. S. **Nova delimitação do Semiárido brasileiro**. Biblioteca digital da Câmara dos Deputados. Brasília. 2007.



RANCAN, F. et al. 2002. Protection against UVB irradiation by natural filters extracted from lichens. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**. v. 68 n. 2-3, p. 133–139.

RIBEIRO, S.M.; PEREIRA, E. C. G.; GUSMÃO, N. B.; FALCÃO, E. P. S.; SILVA, N. H. 2006. Produção de metabólitos bioativos pelo líquen *Cladonia substellata* Vainio. **Acta bot. bras.** v.20(2), p. 265-272

RODRIGUES C. L. L. et al. 2005. Atividade antioxidante da *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr. medida pela inibição da peroxidação lipídica plasmática e da peroxidação do ácido linoleico. In: Encontro do grupo latino americano de líquenólogos (GLAL), VII, 2005, Curitiba. **Anais**. Curitiba: UFPR, p. 8.

SILVA, A. R. et al. 2008a. Efeito tripanocida de extrato acetônico e do ácido fumarprotocetrárico de *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr.. In: **Anais do 59º Congresso Nacional De Botânica**, Natal. Atualidades, desafios e perspectivas da Botânica no Brasil : **Anais**. Natal: Imagem Gráfica, 2008, 1 CD-ROM.

SILVA, A. R. et al. 2008b. Metabólitos fenólicos de *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr. (líquen) como agente tripanocida. In: **Anais do 59º Congresso Nacional De Botânica**, Natal. Atualidades, desafios e perspectivas da Botânica no Brasil : **Anais**. Natal: Imagem Gráfica, 2008, 1 CD-ROM.

TIGRE, R. C. et al. 2008a. Efeito de *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. (alface) - Dados preliminares. In: Reunião Brasileira de Estudos Líquenológicos (REBEL), 3., São Paulo. **Livro de resumos**. São Paulo: GEL/IBt, 2008, p. 27-28.

TIGRE, R. C. et al. 2008b. Bioatividade de *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L.. In: **Anais do 59º Congresso Nacional De Botânica**, Natal. Atualidades, desafios e perspectivas da Botânica no Brasil : **Anais**. Natal: Imagem Gráfica, 2008, 1 CD-ROM.

VAINIO, E. A. 1890. Étude sur la classification et la morphologie des lichens du Brésil. **Acta Societatis Pro Fauna et Flora Fennica** 7: 1-256. 1890.

VARTIA, K. O. 1973. Antibiotics in lichens. In: Ahmadjian, V., Hale, M. E., Jr. **The lichens**. New York : Academic Press, p. 547-561