



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO
CURSO DE MESTRADO



LUCIANA CALADO RODRIGUES

A COMUNIDADE DE MICROLIQUENS CROSTOSOS SOFRE ALTERAÇÃO AO
LONGO DE GRADIENTES AMBIENTAIS NA CAATINGA?

São Cristóvão, Sergipe

2012



LUCIANA CALADO RODRIGUES



A COMUNIDADE DE MICROLIQUENS CROSTOSOS SOFRE ALTERAÇÃO AO
LONGO DE GRADIENTES AMBIENTAIS NA CAATINGA?

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Área de Concentração: Ecologia da Caatinga, da Universidade Federal de Sergipe, como exigência parcial para obtenção do Título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Orientadora: Prof. Dra. Marcela Eugenia da Silva Cáceres.

São Cristóvão, Sergipe

2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

R696c Rodrigues, Luciana Calado
A comunidade de microlíquens crostosos sofre alteração ao longo de gradientes ambientais na caatinga? / Luciana Calado Rodrigues ; orientadora Marcela Eugenia da Silva Cáceres. – São Cristóvão, 2012.
81 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal de Sergipe, 2012.

1. Líquens – Sergipe. 2. Diversidade biológica. 3. Ecologia de comunidade – Líquens. I. Cáceres, Marcela Eugenia da Silva, orient. II. Título.

CDU 582.29(813.7)

TERMO DE APROVAÇÃO

OS MICROLIQUENS CORTICÍCOLAS SOFREM ALTERAÇÕES AO LONGO DE GRADIENTES AMBIENTAIS NA CAATINGA?

por

LUCIANA CALADO RODRIGUES

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

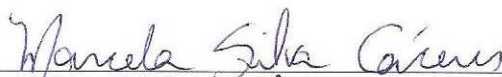
Aprovada pela banca externa composta por

DR^a SUZANA MARTINS (UFRGS)

DR^a MARCIA KAFFER (FUND.ZOOBOT.RS)

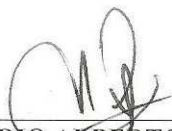
DR. ROBERT LÜCKING (FIELD MUSEUM OF NATURAL HISTORY, CHICAGO)

e apresentada e aprovada pela banca examinadora presencial composta por



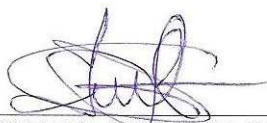
DR^a MARCELA EUGÊNIA DA SILVA CÁ CERES

Núcleo de pós-graduação em Ecologia e Conservação da
Universidade Federal de Sergipe



DR. MÁRIO ALBERTO COZZUOL

Universidade Federal de Minas Gerais



DR^a YANA TEIXEIRA REIS (UFS)

São Cristovão/SE, 29 de fevereiro de 2012

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO GERAL	11
GENERAL ABSTRACT	12
INTRODUÇÃO GERAL	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
CAPÍTULO 1 – Diversidade de microlíquens do Monumento Natural Grotta do Angico, Sergipe, Brasil	23
RESUMO	23
ABSTRACT	24
INTRODUÇÃO	25
MATERIAIS E MÉTODOS	27
Área de estudo	27
Amostragem	28
Análise dos dados	32
RESULTADOS	33
DISCUSSÃO	43
CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
CAPÍTULO 2 – Ecologia e diversidade da comunidade líquênica em diferentes micro-habitats em uma região de Caatinga do Alto sertão sergipano	48
RESUMO	48
ABSTRACT	49
INTRODUÇÃO	50
MATERIAIS E MÉTODOS	52
Área de estudo	52
Amostragem	53
Análise dos dados	60
RESULTADOS	64
DISCUSSÃO	75
CONCLUSÃO	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

- Figura 1.** Localização do MONA Grota do Angico. Imagem: Sidney Feitosa Gouveia..... 27
- Figura 2.** Caatinga arbóreo-arbustiva no MONA Grota do Angico. Foto: Robert Lücking. ..28
- Figura 3.** Mapa do MONA Grota do Angico, com destaque para os pontos de amostragem. 29
- Figura 4.** Coleta de líquens corticícolas com faca e martelo. Foto: Marcela Cáceres..... 30
- Figura 5.** Prensas botânicas para secagem do material coletado. Foto: Marcela Cáceres..... 31
- Figura 6.** Exsicatas com material coletado. Foto: Marcela Cáceres..... 31
- Figura 7.** (A) *Arthonia* sp. 1; (B) *Arthonia* sp. 2; (C) *A. cinnabarina*; (D) *Arthopyrenia cinchonae*; (E) *Chrysotrix chlorina*; (F) *Cratiria obscurior*. 35
- Figura 8.** (A) *Dirinaria leopoldii*; (B) *Enterographa subquassiaecola*; (C) *Glyphis scyphulifera*; (D) *G. substriatula*; (E) *Graphis dendrograma*; (F) *G. stellata*..... 36
- Figura 9.** (A) *Haematomma persoonii*; (B) *Cratiria obscurior*; (C) *Hafellia bahiana*; (D) *Lecanora achroa*; (E) *L. caesiorubella*; (F) *L. coronulans*. 37
- Figura 10.** (A) *Lecanora helva*; (B) *L. hypocrocina*; (C) *L. tropica*; (D) *Pertusaria dehiscens*; (E) *P. flavens*; (F) *P. quassiae*..... 38
- Figura 11.** (A) *Pertusaria wulfenioides*; (B) *Pseudopyrenula subnudata*; (C) *Pyrenula anomala*; (D) *Ramboldia russula*; (E) *Stigmatochroma gerontoides*; (F) *Trypethelium ochroleucum*. 39

Capítulo 2

- Figura 12.** Localização do MONA Grota do Angico. Imagem: Sidney Feitosa Gouveia..... 52
- Figura 13.** Caatinga arbóreo-arbustiva no MONA Grota do Angico. Foto: Robert Lücking. 53
- Figura 14.** Mapa do MONA Grota do Angico, com destaque para os pontos de amostragem. 54
- Figura 15.** Coleta de líquens corticícolas com faca e martelo. Foto: Marcela Cáceres..... 55
- Figura 16.** Prensas botânicas para secagem do material coletado. Foto: Marcela Cáceres..... 56
- Figura 17.** Exsicatas com material coletado. Foto: Marcela Cáceres..... 56
- Figura 18.** Fotografia hemisférica retirada com a lente “olho de peixe” (em 04/09/2011)..... 58
- Figura 19.** Imagem trabalhada (“threshold”) no programa GLA, correspondente a Figura 18. 59

- Figura 20.** PCA com as variáveis ambientais (em azul) e os 27 forófitos (pontos pretos). Os dois Componentes Principais com maiores autovalores tiveram seus vetores (linhas em verde) destacados. Aber = Abertura do dossel; DAP = Diâmetro à Altura do Peito, de 130 c 70
- Figura 21.** Scree plot dos autovalores, em porcentagem, mostrando o intervalo de confiança de Bootstrap (95%), em vermelho..... 71
- Figura 22.** NMDS feito a partir dos valores de abertura do dossel com base na distância euclidiana. Os números azuis representam os forófitos amostrados: 1 e 3 - *Ziziphus joazeiro*; 2 - *Machaonia brasiliensis*; 4, 8, 9, 10, 16, 17, 19, 20, 21 e 22 - *Poincianella pyramidalis*; 5 - *Myracroduron urundeuva*; 6 e 13 - *Tabebuia aurea*; 7 - *Maytenus rigida*, 11 - *Schinopsis brasiliensis*; 12 - *Tocoyena formosa*; 14,15, 18, 23 e 27 - *Aspidosperma pyrifolium*; 24 e 25 - *Libidibia ferrea* e 26 - *Pisonia tomentosa*. 72
- Figura 23.** Cluster feito a partir dos valores da abertura do dossel, com base na distância euclidiana. Os números azuis representam os forófitos amostrados: 1 e 3 - *Ziziphus joazeiro*; 2 - *Machaonia brasiliensis*; 4, 8, 9, 10, 16, 17, 19, 20, 21 e 22 - *Poincianella pyramidalis*; 5 - *Myracroduron urundeuva*; 6 e 13 - *Tabebuia aurea*; 7 - *Maytenus rigida*, 11 - *Schinopsis brasiliensis*; 12 - *Tocoyena formosa*; 14,15, 18, 23 e 27 - *Aspidosperma pyrifolium*; 24 e 25 - *Libidibia ferrea* e 26 - *Pisonia tomentosa*. 74

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Espécies de líquens encontradas no MONA Grota do Angico..... 33

Tabela 2. Frequência das espécies de líquens coletados no MONA Grota do Angico, em porcentagem e ordem decrescente. (Fi) – Frequência da espécie, (FA) – Frequência Absoluta e (FR) – Frequência Relativa..... 40

Capítulo 2

Tabela 3. Espécies de líquens encontradas no MONA Grota do Angico..... 64

Tabela 4. Relação dos forófitos, com seus respectivos nomes populares, nos quais foram coletados líquens no MONA Grota do Angico, Sergipe. 66

Tabela 5. Ocorrência dos líquens por forófito amostrado. **1** - *Ziziphus joazeiro*, **2** - *Machaonia brasiliensis*, **3** - *Myracroduron urundeuva*, **4** - *Tabebuia aurea*, **5** - *Maytenus rigida*, **6** - *Schinopsis brasiliensis*, **7** - *Tocoyena formosa*, **8** - *Poincianella pyramidalis*, **9** - *Aspidosperma pyriformium*, **10** - *Libidibia ferrea* e **11** - *Pisonia tomentosa*. 67

“Hasta la victoria, siempre”!

Che Guevara

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer ao Sr. Manoel Messias Nazaré, nosso querido “Seu Didi”. Agradeço a ajuda em campo, a disponibilidade, a atenção, as lições de humildade e responsabilidade. Agradeço principalmente pelo carinho e acolhimento de toda a família: D. Leninha, Brena, Breno, Bruno e James, nosso – quem sabe – futuro geógrafo! Seu Didi, como o senhor mesmo diz, “tamo junto”!

À minha orientadora, Dra. Marcela Eugênia da Silva Cárceres, pelo apoio, incentivo, confiança e as oportunidades vivenciadas (e todas as caronas pra Itabaiana, claro!!!) ao longo destes dois anos de mestrado.

Ao prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro pelo apoio, as oportunidades, amizade, conselhos e todas as boas horas de conversa!

Ao prof. Dr. Leandro Souto pela confiança, conselhos e paciência (!) com a bendita estatística.

Ao prof. Dr. Robert Lücking pela confirmação das espécies e a ajuda na metodologia do trabalho.

A Dra. Suzana Martins e a Dra. Márcia Käffer pelas sugestões.

À Ana Cecília pela identificação das espécies vegetais, a disponibilidade, força e boa vontade. Muito obrigada!

Obrigada a todo o pessoal do LALIQ, especialmente Adanilza Andrade e Driele Goes, pela valorosa e essencial ajuda em campo.

À Anny e Priscila pelo apoio, incentivo e companheirismo em campo.

Agradeço imensamente à prof. Dra. Yana Reis pela seriedade e pelo compromisso na correção da minha dissertação, além das valiosas sugestões. Agradeço, ainda, pela preciosa ajuda com as análises estatísticas, pela disponibilidade e os conselhos.

À minha mãe, luz de meu viver, por todo amor, carinho, confiança e incentivo em todas as horas, sem excessão. Sinto-me honrada em ser tua filha!

Aos meus pais, Luciano e Luis Antônio, que sempre estiveram ao meu lado com muito amor! Muito obrigada pelos ensinamentos de caráter, sinceridade e lealdade.

Aos meus irmãos que, cada um a seu modo, sempre e deram a noção de família e muita vontade de viver! “Hasta la victoria, siempre”!

Obrigada aos meus amigos e amigas pelo incentivo e amor. Me sinto abençoada pelo Cosmos por vocês serem tantos que eu não os consiga listar aqui!

Ao meu companheiro, Vitor, pela imensurável compreensão, paciência, apoio, carinho e amor. Obrigada por me ajudar a ser uma pessoa cada vez melhor. Te amo!

A todo o NPEC em seu corpo docente e discente. Um “muito obrigada” especial para Juliana Cordeiro, que com sua seriedade e compromisso sempre nos ajuda de forma decisiva! E como se não bastasse, possui um coração enorme!!

À Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Sergipe – SEMARH/SE – pelo apoio logístico.

Agradeço aos nossos bravos seguranças da sede do MONA Grota do Angico, que estavam sempre de prontidão, zelando pela nossa segurança, apesar dos medos, digo, problemas com escorpiões e aranhas!

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de mestrado.

RESUMO GERAL

Líquens constituem um grupo bastante diversificado e são importantes componentes da diversidade de florestas tropicais, pois atuam como organismos pioneiros na colonização de ambientes terrestres e desempenham diversas funções nos ecossistemas. Entretanto, estudos sobre a ecologia de líquens exclusivamente em áreas de Caatinga ainda são inexistentes. O presente estudo, que foi realizado em uma Unidade de Conservação Estadual em área de Caatinga do estado de Sergipe, é o primeiro a investigar a composição de espécies de líquens neste local. Desta forma, a dissertação foi dividida em dois capítulos; o primeiro aborda o levantamento da micota liquenizada no Monumento Natural Grota do Angico e discute a ocorrência de novos registros de líquens. Foram analisados 2.210 espécimes de líquens e identificados 65 táxons, distribuídos em 14 famílias e 29 gêneros. Foram registradas 11 novas ocorrências de líquens corticícolas crostosos para o Brasil, 09 para o Nordeste e 15 para o estado de Sergipe. O segundo capítulo trata da investigação de três hipóteses: (1) a de que há relação positiva entre a riqueza de árvores e a riqueza de líquens; (2) que há uma relação positiva entre a abundância de árvores e a abundância de líquens; e (3) que luminosidade, DAP, temperatura, pH e umidade afetam positivamente a diversidade e composição de líquens. Das variáveis analisadas, apenas abertura do dossel e DAP apresentaram relação com a riqueza de espécies de líquens. Os resultados sugerem que existe uma provável relação positiva entre abertura do dossel e a abundância de líquens.

Palavras-chave: Líquens. Ecologia. Diversidade. Sergipe.

GENERAL ABSTRACT

Lichens are a quite diverse group of organisms and important components of the diversity of tropical forests since they act as pioneer organisms in the colonization of terrestrial environments and play various roles in ecosystems. However, studies on the ecology of lichens only in areas of Caatinga are still lacking. This study, which was held in a conservation area of caatinga in the State of Sergipe, is the first to investigate the composition of lichen species on this site. Thus, the dissertation is divided into two chapters: the first deals with the survey of the lichenized mycota at the Natural Monument Grota do Angico and discusses the occurrence of new records of lichens. A total of 2210 specimens of lichens was analyzed and 65 taxa could be identified, distributed in 14 families and 29 genera. As a result, 11 species are new records of corticolous crostose lichens to Brazil, 09 to the Northeast Region and 15 to the state of Sergipe. The second chapter deals with the investigation of three hypotheses: (1) that there is positive relationship between trees species richness and the lichens species richness, (2) there is a positive relationship between the abundance of trees and abundance of lichens, and (3) that canopy openness, DBH, temperature, pH and moisture positively affect the diversity and composition of lichens. Of the variables analyzed, only canopy openness and DBH were associated with lichens species richness. The results suggest that there is a positive relationship between canopy openness and abundance of lichens.

Key-words: Lichens. Ecology. Diversity. Sergipe.

INTRODUÇÃO GERAL

Líquens são a associação de dois organismos diferentes que se constitui basicamente de um fungo, o componente micobionte, e um ou mais componentes fotossintetizantes (fotobiontes), que podem ser algas verdes e/ou cianobactérias (Nash 2008). Na maioria dos líquens é o fungo que participa da construção dos tecidos estruturais do talo (corpo vegetativo do organismo), bem como das estruturas de frutificação características do fungo. Sua predominância é tal que quando se faz referência a uma ‘espécie de líquen’, se faz alusão a uma espécie de ‘fungo liquenizado’ (Sanders 2001).

Os fungos desenvolveram inovações morfológicas que garantiram sucesso adaptativo, sendo o mais notável destes a nutrição por absorção. O conjunto de células fúngicas filamentosas que formam as hifas e ao aglomerado destas, chama-se micélio. Através do micélio, o organismo heterotrófico realiza a absorção dos nutrientes, já que o fungo desenvolve seu micélio dentro de sua fonte energética (Nash 2008). Isto, somado à capacidade fotossintética da alga, de forma geral, tem como resultado uma nova forma de vida epífita, o fungo liquenizado, que coloniza o substrato e possui independência trófica (Sipman 1996; Nash 2008). Visto que mais de 20% das espécies de fungos tornam-se liquenizados, pode-se concluir que esta é uma estratégia evolucionária bem sucedida, que resultou numa rica diversidade de espécies de fungos (Nash 2008; Grube & Kroken 2000; Hawksworth 1984).

Além disto, outro fato que chama a atenção nesta associação é a possível ocorrência dos chamados “fungos liquenícolas”, fungos que parasitam líquens e agem como decompositores desse sistema. Considerando que a associação liquênica é estável e auto-sustentável, é conveniente dizer que líquens podem ser considerados mini-ecossistemas (Nash 2008).

Nesta associação, a maioria (98%) dos fungos liquenizados é do Filo *Ascomycota*, o maior grupo de fungos existente, com cerca de 32.000 espécies descritas, incluídas em 3.400 gêneros (Kirk *et al.* 2001). Estima-se, porém, que a maioria das espécies de *Ascomycota* ainda esteja por ser descoberta, o que tornaria este número cerca de 10 a 20 vezes mais elevado (Hawksworth 2001).

Por ser um grupo bastante diversificado, são organismos pioneiros na colonização de ambientes e desempenham diversas funções nos ecossistemas. Apresentam diferentes tipos de talos liquênicos (onde estão contidas as estruturas reprodutivas) e fixam-se em diferentes tipos de substrato, como rochas, solo, folhas, galhos e troncos de árvores (Martins *et al.* 2008). São

considerados cosmopolitas, podem ser encontrados tanto em ambientes luminosos como sombreados, e suportam condições extremas de temperatura e umidade. Foi testada, inclusive, a habilidade destes organismos sobreviverem em condições extremas como as do espaço sideral, inclusive em condições como as do planeta Marte, em ambiente simulado. Como resultado, reconheceu-se uma notável resistência à radiação UV e exposição ao vácuo (de Vera *et al.* 2003, 2004).

É importante ser dito que a relação do líquen com o substrato limita-se, na maioria das vezes, ao suporte mecânico; e, ao contrário do fungo que, por ser heterotrófico, retira seus nutrientes do hospedeiro. Geralmente o líquen não causa danos ao substrato, pois recebe água e nutrientes disponíveis na atmosfera e carboidratos do fotobionte (Nash 2008; Cáceres *et al.* 2007).

Líquens apresentam fortes preferências de hábitat e substrato, contudo, poucas espécies são substrato-específicas. A maior diferença na composição de espécies de líquens saxícolas, que utilizam rochas como substrato, ou terrícolas, que colonizam o solo, diz respeito à composição calcária do mesmo (Hale 1983).

A composição da comunidade liquênica reflete tanto a abundância quanto a presença de espécies de líquens. A composição de espécies corticícolas, que utilizam como substrato troncos de árvores, os principais fatores envolvidos são a química (especialmente pH e a textura da casca), a estabilidade e longevidade do substrato, a disponibilidade de luz e a umidade e, menos comumente, com a espécie arbórea (Oksanen 1988; Schmitt & Slack 1990).

Líquens cumprem o papel ecológico de fixadores de nitrogênio em ecossistemas áridos e constituem grande parte da biomassa de organismos autotróficos em ambientes de baixa disponibilidade de nutrientes (Nash 2008). Podem também ser utilizados por alguns animais como alimento ou abrigo (Will-Wolf *et al.* 2004).

Encontra-se em literatura específica trabalhos realizados na América Latina, onde foi encontrado relação entre a formação de comunidades liquênicas com parâmetros como tipo de casca, pH e teor de nutrientes no substrato em diferentes formações florestais na Colômbia (Wolf 2005). Contudo, são poucos os trabalhos sobre líquens corticícolas crostosos em geral no Brasil, com alguns estudos pontuais realizados nos últimos anos (Benatti & Marcelli 2007; Cáceres 2007; Cáceres *et al.* 2007; 2008a, b; Dal-Forno 2009).

Na região Nordeste, a escassez de trabalhos sobre a micota liquenizada corticícola crostosa é ainda mais evidente, com exceção de estudos relativamente recentes no qual foram analisados aspectos ecológicos destes organismos (Cáceres *et al.* 2007; 2008a, b) e registradas 450 espécies em quatro estados nordestinos (Cáceres 2007). Nestes últimos, foi comparada a composição de espécies de líquens nos três diferentes habitats, Caatinga, Mata Atlântica e Brejos de altitude, no nordeste brasileiro, amostrando um total de 22 áreas (Cáceres *et al.* 2008a). Também foi investigada a influência de fatores bióticos e abióticos na composição de espécies liquênicas dentro de uma floresta tropical úmida, no estado de Alagoas (Cáceres *et al.* 2007). No entanto, estudos sobre a ecologia de líquens exclusivamente em áreas de Caatinga ainda são inexistentes.

Aproximadamente 42% das florestas no mundo são Florestas Tropicais secas, sendo estas pouco conhecidas e extensivamente ocupadas por áreas urbanas e/ou agricultura (Quesada *et al.* 2009). A região semi-árida brasileira abrange tanto a porção Agreste quanto o Sertão e, juntas, estas áreas ocupam 70% da área do Nordeste e 13% do Brasil, e comportam, respectivamente, 63% e 18% da população (Tabarelli *et al.* 2003). Ao passo que a Mata Atlântica e o Cerrado foram reconhecidos como *hotspots* para conservação da biodiversidade, a Floresta Amazônica, o Pantanal e a Caatinga alcançaram o status de “Deserto Global” (Santos *et al.* 2011).

Com uma área de aproximadamente 800.000 km², a Caatinga abrange parte dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (Tabarelli & Vicente 2004). É o único bioma com distribuição exclusiva em território brasileiro; ou seja, todo o patrimônio genético ali encontrado, ocorre unicamente no Brasil (Ferri 1980). Contudo, menos de 1% desse ecossistema está situado em Unidades de Conservação (UCs) (Santos *et al.* 2011).

Por muito tempo a Caatinga foi descrita como pobre em diversidade, pois se pensava que ela apresentava poucas espécies e endemismo, além de ser homogênea. Tabarelli *et al.* (2003) demonstraram que essas concepções estavam equivocadas, pois este bioma apresenta grande heterogeneidade, demonstrada por suas paisagens diversas. Além disto, afirmam que a Caatinga é tão rica quanto qualquer outro bioma que possua as mesmas condições de solo e clima.

Entretanto, existem duas considerações importantes acerca da Caatinga: tanto há uma carência efetiva de conhecimento - 41% de sua área nunca foi investigada e um percentual semelhante permanece subamostrado, como também este bioma está entre os mais degradados

pela ação antrópica. Essa carência de conhecimento aliada à falta de UCs contribui para a perda de espécies únicas, muitas, inclusive, antes mesmo de serem conhecidas (Tabarelli *et al.* 2003). Segundo Santos *et al.* (2011), a biodiversidade da Caatinga abrange mais de 1.000 espécies de plantas vasculares, 187 de abelhas, 240 de peixes, 167 de répteis e anfíbios, 516 de pássaros e 148 de mamíferos. Ainda, segundo o mesmo autor, os níveis de endemismo variam de 9% em aves a 57% em peixes. Diante da potencialidade da riqueza biológica inexplorada, estes dados sinalizam positivamente para a possibilidade de continuar sendo encontrada grande riqueza biológica e endemismo (Ruiz-Esparza *et al.* 2011).

Os fenômenos catastróficos, tais como cheias ou secas são muito frequentes, e esses eventos compõem o cenário e a vida da região. Porém, são as estiagens prolongadas, com ausência completa de chuvas em alguns anos que caracterizam a região de forma mais marcante (Nimer 1972). O termo “Caatinga” é uma evidência disto; radicado no Tupi, significa “mata branca”, pois durante o período de estiagem, a vegetação perde a folhagem e os troncos das árvores e arbustos adquirem um aspecto esbranquiçado (Prado 2003).

Ambientes áridos são definidos pela regra geral de água como limitante de suas atividades vitais (Chesson *et al.* 2004). As taxas de fornecimento de água são baixas e altamente variáveis no tempo e espaço, refletindo os padrões locais e regionais de precipitação. Na Caatinga, a precipitação média anual varia de 240 a 900 mm (Santos *et al.* 2011). Contudo, em média, 50% da região recebe menos de 750 mm de chuva e algumas áreas centrais menos de 500 mm, e as temperaturas médias anuais elevadas, variam entre 26 °C a 28°C (Prado 2003). É importante salientar que a dinâmica de luminosidade e disponibilidade de água muda anualmente. A Caatinga permanece em estiagem por um período de 7 a 11 meses (Santos *et al.* 2001). Um único evento de chuva geralmente causa pulsos breves de umidade do solo com infiltração em profundidade. Entretanto, os eventos de precipitação nunca são uniformes no tempo ou espaço e a probabilidade deles ocorrerem agrupados aumenta no período chuvoso (Chesson *et al.* 2004).

Reis (1976) explica que, em comparação com outros ecossistemas brasileiros, a Caatinga apresenta características particulares como altos valores de radiação solar, temperatura média anual, além de precipitações mais baixas e distribuídas em intervalos disformes.

Andrade-Lima (1982) utilizou critérios fisionômicos e dados florísticos considerando, ainda, fatores como clima, precipitação e solo e, a partir disso, estabeleceu sete tipos fisionômicos de caatinga: 1. Caatinga de floresta alta; 2. Caatinga de floresta média; 3.

Caatinga de floresta baixa; 4. Caatinga arbórea aberta; 5. Caatinga arbustiva; 6. Caatinga arbustiva aberta e 7. Caatinga de floresta ciliar. Entretanto, de acordo com Fernandes (2000), é mais prático e acertado considerar fundamentalmente duas fitofisionomias: Caatinga arbórea e Caatinga arbustiva.

São poucos os estudos florísticos nos estados com áreas de Caatinga. Em Sergipe, pode-se destacar o Zoneamento Ecológico Florestal do Estado de Sergipe (1976) e os levantamentos realizados por Souza (1983), Fonseca (1991), Ferraz (2009), Dória-Neto (2008), Silva (2011), Machado (2011) e Ferreira (2011).

Fonseca (1991) revela que a Caatinga hiperxerófila densa de Sergipe apresenta quatro estratos definidos: dois arbóreos, sendo um formado por indivíduos, em média, com três metros de altura e outro chegando aos 11 metros; um estrato arbustivo, que é menos frequente, e o estrato herbáceo. Rodal (1992) afirmou que o conhecimento da flora da Caatinga é ainda insuficiente e que, ainda que haja uma pequena riqueza de espécies por área, encontram-se distintos tipos florísticos.

Além da falta de conhecimento deste bioma, em uma época de rápidas e significativas mudanças nas paisagens naturais por influência antrópica, há outra realidade que é a desertificação (Stoner *et al.* 2003). Quase 20% do território da Caatinga está sofrendo desertificação e espera-se que ocorram mudanças drásticas nos já irregulares padrões de distribuição das chuvas em resposta ao aquecimento global (Santos *et al.* 2011). Isto posto, percebe-se a necessidade de mais esforços no sentido de ampliar os levantamentos das espécies, determinando seus padrões de distribuição geográfica, abundância e relação com os fatores abióticos, aplicando esses conhecimentos à conservação da biodiversidade.

Neste contexto, o presente trabalho se propôs a investigar a variação da comunidade liquênica ao longo de gradientes ambientais na Caatinga, sendo os objetivos principais (i) realizar o levantamento da micota liquenizada, (ii) investigar se há relação direta entre a riqueza e abundância de espécies de líquens com a riqueza e abundância de espécies de árvores e (iii) avaliar como fatores abióticos (luminosidade, temperatura, umidade, pH, abertura do dossel e DAP – Diâmetro à Altura do Peito, 130 cm) afetam a composição das espécies de líquens.

Desta forma, a dissertação foi dividida em dois capítulos; o primeiro aborda o levantamento da micota liquenizada no Monumento Natural Grota do Angico e discute a ocorrência de novos registros de líquens. O segundo capítulo trata da investigação de três

hipóteses: (1) a de que há relação positiva entre a riqueza de árvores e a riqueza de líquens; (2) que há uma relação positiva entre a abundância de árvores e a abundância de líquens; e (3) que luminosidade, DAP, temperatura, pH e umidade afetam positivamente a diversidade e composição de líquens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE-LIMA, D. 1982. **Present-day forest refuges in Northeastern Brazil**. Pp. 245-251, in: G.T. Prance (ed.). *Biological diversification in the tropics*. Columbia University Press, New York.
- BENATTI, M. N.; MARCELLI, M. P. 2007. **Gêneros de fungos liquenizados dos manguezais do Sul-Sudeste do Brasil, com enfoque no manguezal do Rio Itanhaém, Estado de São Paulo**. *Acta Botanica Brasilica*, 21 (4): 863-878.
- CÁCERES, M.E.S. 2007. **Corticolous crustose and microfoliose lichens of northeastern Brazil**. *Libri Botanici* 22: 1-168.
- CÁCERES, M.E.S.; LÜCKING, R. & RAMBOLD, G. 2007. **Phorophyte specificity and environmental parameters versus stochasticity as determinants for species composition of corticolous crustose lichen communities in the Atlantic rainforest of northeastern Brazil**. *Mycological Progress* 6(3):117-136.
- CÁCERES, M.E.S.; LÜCKING, R. & RAMBOLD, G. 2008a. **Corticolous Microlichens in Northeastern Brazil: Habitat Differentiation Between Coastal Mata Atlântica, Caatinga and Brejos de Altitude**. *The Bryologist* 111(1): 98-117.
- CÁCERES, M.E.S.; LÜCKING, R. & RAMBOLD, G. 2008b. **Efficiency of sampling methods for accurate estimation of species richness of corticolous microlichens in the Atlantic rainforest of northeastern Brazil**. *Biodiversity and Conservation* 17: 1285-1301.
- CHESSON, P., *et al.* 2004. **Resource pulses, species interactions and diversity maintenance in arid and semi-arid environments**. *Oecologia*, 66: 141-343.
- DAL-FORNO, M. 2009. **A Família Graphidaceae (Ascomycota Liquenizados) em Restinga em Pontal do Sul, Pontal do Paraná, Paraná**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná-UFPR. Curitiba. 158p.
- DE VERA, J. P., HORNECK, G., RETTBERG, P. & OTT, S. 2003. **The potential of the lichen symbiosis to cope with extreme conditions of outer space**. I. Influence of UV radiation and space vacuum on the vitality of lichen symbiosis and germination capacity. *International Journal of Astrobiology* , 1, 285–293.
- DE VERA, J. P., HORNECK, G., RETTBERG, P. & OTT, S. 2004. **The potential of the lichen symbiosis to cope with extreme conditions of outer space**. II. Germination capacity of lichen ascospores in response to simulated space conditions. *Advances in Space Research*, 33: 1236–1243.
- DÓRIA-NETO, A. L. 2008. **Florística e fitossociologia de uma área de Caatinga em Porto da Folha, Sergipe**. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. 28p.

- FERRAZ, R. C. 2009. **Florística e fitossociologia de uma área de Caatinga localizada no Monumento Natural Grota do Angico, Sergipe**. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.
- FERREIRA, E. V. R. 2011. **Composição florística, estrutura da vegetação e síndromes de dispersão de um remanescente de Caatinga na Fazenda Santa Maria da Lage, Poço Verde-SE**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.
- FONSECA, M. R. 1991. **Análise da vegetação arbustivo-arbórea da caatinga hiperxerófila do noroeste do estado de Sergipe**. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 187p.
- GRUBE, M. & KROKEN, S. 2000. **Molecular approaches and the concept of species and species complexes in lichenized fungi**. Mycological Research 104:1284-1294.
- HALE, M. E. 1983. **The Biology of Lichens**. 3 ed. London: Edward Arnold
- HAWKSWORTH, D. L. 2001. **Challenges in mycology**. Mycological Research, 99 (1): 127-128.
- HAWKSWORTH, D. L. & HILL, D. J. 1984. **The lichen-forming fungi**. Blackie, Glasgow and London: Blackie.
- KIRK, P. M.; Cannon, P.F.; & David, J.C. 2001. **Dictionary of fungi**. 9th ed. CABI Bioscience, Egham, UK.
- MACHADO, W. J. 2011. **Composição Florística e Estrutura da Vegetação em Área de Caatinga e Brejo de Altitude na Serra da Guia, Poço Redondo, Sergipe, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.
- MARTINS, S. M. A.; KÄFFER, M. I.; & LEMOS, A. 2008. **Líquens como bioindicadores da qualidade do ar numa área de termoeletrica, Rio Grande do Sul, Brasil**. Hoehnea (São Paulo), 35: 425-433.
- NASH TH III (ed.). 2008. **Lichen Biology**. Cambridge: Cambridge University Press, 303p.
- NIMER, E. 1972. **Climatologia da região nordeste do Brasil**. In: Introdução à climatologia dinâmica. Revista Brasileira de Geografia, 34: 3-51.
- OKSANEN, J. 1988. **Impact of habitat, substrate and microsite classes on the epiphyte vegetation: interpretation using exploratory and canonical correspondence analysis**. Annales Botanica Fennici, 25:59-71.
- PRADO, D. 2003. **As Caatingas da América do Sul**. In: I. R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva (eds.). Ecologia e conservação da Caatinga: 3-73. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

- QUESADA M., *et al.* 2009. **Succession and management of tropical dry forests in the Americas: Review and new perspectives.** *Forest Ecology and Management*. 258:1014 - 1024.
- REIS, A. C. 1976. **Clima da caatinga.** *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 48: 325-335.
- RODAL, M.J.N. 1992. **Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco.** Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). Universidade Estadual de Campinas, 198p.
- RUIZ-ESPARZA, J. M.; ROCHA, P. A.; BITENCURTI, D. P.; RIBEIRO, A. S.; FERRARI, S. F. 2011. **Migratory birds in the semi-arid caatinga scrublands of northeastern Brazil: diversity and seasonal patterns.** *Ornitología Neotropical*, 22: 15-24.
- SANDERS, W. B. 2001. **Preliminary light microscope observations of fungal and algal colonization and lichen thallus initiation on glass slides placed near foliicolous lichen communities within a lowland tropical forest.** *Symbiosis*, 31:85 – 94.
- SANTOS, J. C.; LEAL, I. R.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; FERNANDES, G. W.; & TABARELLI, M. 2011. **Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest.** *Tropical Conservation Science*. 4 (3): 276-286.
- SCHMITT, C. K. & N. G. SLACK. 1990. **Host specificity of epiphytic lichens and bryophytes: A comparison of the Adirondack Mountains (New York) and the southern Blue Ridge Mountains (North Carolina).** *The Bryologist*, 93:257–274.
- SILVA, A.C.C. 2011. **Monumento Natural Grota do Angico: florística, estrutura da comunidade, aspectos autoecológicos e conservação.** Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.
- SIPMAN, H. J. M. 1996. **Corticolous lichens.** In S. R. GRADSTEIN, P. Hietz, R. LÜCKING, A. LÜCKING, H. J. M. SIPMAN, H. F. M. VESTER, J. H. D. Wolf & E. GARDETTE (eds.), *How to sample the epiphytic diversity of tropical rainforests.* *Ecotropica*, 2:59–72.
- SOUZA, G. V. 1983. **Estrutura da vegetação da caatinga hipoxerófila do estado de Sergipe.** Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- STONER, K. E.; SALAZAR, K. A. O.; FERNANDEZ, R. C. R.; & QUESADA, M., 2003. **Population dynamics, reproduction, and diet of the lesser long-nosed bat (*Leptonycteris curasoae*) in Jalisco, Mexico: implications for conservation.** *Biodiv. Cons.* 12: 357–373
- SUDENE/CONDESE. 1976. **Zoneamento ecológico-florestal do Estado de Sergipe.** Aracaju.
- TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; & COSTA, C. M. R. 2003. **The Atlantic Forest of Brazil: endangered species and conservation planning.** In: C. Galindo-Leal

& I.G. Câmara (eds.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, trends, and outlook.** Center for Applied Biodiversity Science e Island Press, Washington, D.C.: 86-94.

TABARELLI, M. & VICENTE, A. 2004. **Conhecimento sobre plantas lenhosas da Caatinga: lacunas geográficas e ecológicas.** In: J.M.C. Silva, M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins (orgs.). Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação: 101-111. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.

WILL – WOLF, S.; HAWKSWORTH, D L.; & MCCUNE, B. 2004. **Lichenized Fungi. In: Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods.** Elsevier Academic Press: 173-195.

CAPÍTULO 1 – Diversidade de microlíquens do Monumento Natural Grota do Angico, Sergipe, Brasil.

RESUMO

Apesar de sua importância ecológica, a diversidade líquênica é pouco conhecida, o que se torna um obstáculo à conservação deste grupo. São poucos os trabalhos sobre líquens corticícolas crostosos em áreas tropicais, em especial no nordeste brasileiro. O presente estudo, que foi realizado em uma Unidade de Conservação Estadual em área de Caatinga do estado de Sergipe, é o primeiro a investigar a composição de espécies de líquens neste local. Dada a inexistência de dados acerca da biodiversidade de líquens na referida área, objetivou-se o levantamento da micota liquenizada, na perspectiva de incremento do conhecimento da diversidade deste grupo. Foram coletados líquens sob o tronco de 37 árvores, as quais pertenciam a 11 espécies, distribuídas em 08 famílias. Foram analisados 2.210 espécimes de líquens e identificados 65 táxons, distribuídos em 14 famílias e 29 gêneros. Foram registradas 11 novas ocorrências de líquens corticícolas crostosos para o Brasil, 09 para o Nordeste e 15 para o estado de Sergipe. Os dados agora apresentados corroboram a escassez de conhecimento acerca da micota liquenizada na região e sinalizam a necessidade de desenvolvimento do conhecimento da diversidade biológica deste grupo.

Palavras-chave: Líquens. Semiárido. Diversidade. Sergipe.

ABSTRACT

Despite its ecologic importance, lichen diversity is poorly known in many tropical areas, which becomes an obstacle to the conservation of this group. There are few studies on crostose corticolous lichens in the tropics, especially in northeastern Brazil. This study, which was held in a State Conservation Unit of caatinga in the state of Sergipe, is the first to investigate the composition of lichen species on this site. Given the lack of data about the diversity of lichens in that area, the present work aimed to survey the lichenized mycota at the MONA Grota do Angico. Lichens were collected on the bark of 37 trees, which belonged to 11 species, distributed in 08 families. We analyzed 2210 specimens of lichens and identified 65 taxa, distributed in 14 families and 29 genera. We observed the 11 new records of crostose corticolous lichens to Brazil, 09 to the Northeast and 15 for Sergipe. The data presented here corroborate the lack of knowledge about lichenized mycota and signal the need to develop knowledge of the biological diversity of this group.

Key-words: Lichens. Semiarid. Diversity. Sergipe.

INTRODUÇÃO

Líquens são a associação de dois organismos diferentes que se constitui basicamente de um fungo, o componente micobionte, e um ou mais componentes fotossintetizantes (fotobiontes), que podem ser algas verdes e/ou cianobactérias (Nash 2008; Purvis 2000). Até a década de 1980 os líquens eram classificados apenas como um grupo taxonômico, mas a partir de então, passaram a ser classificados como um grupo biológico (Marcelli 1997).

Aproximadamente 98% dos fungos liquenizados pertence ao Filo *Ascomycota*, o maior grupo de fungos existente, com cerca de 32.000 espécies descritas, incluídas em 3.400 gêneros. Estima-se, porém, que a maioria das espécies de *Ascomycota* ainda esteja por ser descoberta, o que tornaria este número até 20 vezes mais elevado (Kirk *et al.* 2001; Hawksworth 2001).

Visto que mais de 20% das espécies de fungos (quase 50% de todos os *Ascomycota*) tornam-se liquenizados, pode-se dizer que esta é uma estratégia evolucionária bem sucedida, que resultou numa rica diversidade de espécies de fungos (Nash 2008; Grube & Kroken 2000; Marcelli 1997; Hawksworth 1984).

Além de uma associação de dois organismos diferentes, em um líquen pode-se encontrar a ocorrência de chamados “fungos liquenícolas”, que são fungos que parasitam líquens e podem agir como decompositores desse sistema. Isto somado a sua independência trófica, imprime à associação um caráter estável e auto-sustentável. Desta forma, é conveniente dizer que líquens podem ser considerados mini-ecossistemas (Nash 2008; Purvis 2000).

Por ser um grupo bastante diversificado, são organismos pioneiros na colonização de ambientes áridos e desempenham diversas funções nos ecossistemas. Apresentam diferentes tipos de talos liquênicos (onde estão contidas as estruturas reprodutivas) e fixam-se em diferentes tipos de substrato, como rochas, solo, folhas, galhos e troncos de árvores (Nash 2008; Purvis 2000; Martins *et al.* 2008). São considerados cosmopolitas e podem ser encontrados tanto em ambientes luminosos como sombreados, e suportam condições extremas de temperatura e umidade. Foi testado, inclusive, a habilidade destes organismos sobreviverem em condições extremas como as do espaço sideral, inclusive em condições como as do planeta Marte, em ambiente simulado. Como resultado, reconheceu-se uma notável resistência à radiação UV e exposição ao vácuo (de Vera *et al.* 2003, 2004).

Líquens cumprem o papel ecológico de fixadores de nitrogênio em ecossistemas áridos e constituem grande parte da biomassa de organismos autotróficos em ambientes de

baixa disponibilidade de nutrientes. Podem também ser utilizados por alguns animais como alimento ou abrigo (Will-Wolf *et al.* 2004; Nash 2008).

Líquens crostosos possuem talos fortemente aderidos ao substrato. Devido a esse íntimo contato, geralmente, não podem ser removidos sem a remoção concomitante de parte do substrato e, ainda, a perda de água só ocorre pela face livre. Esta última característica que diminui a evaporação e possibilita sua sobrevivência em habitats extremos como superfícies rochosas expostas e ambientes áridos. A vasta maioria das formas de crescimento é epífita, podendo ocorrer sobre rochas ou córtex de árvores (Nash 2008).

Apesar da importância deste grupo, a escassez de trabalhos sobre a micota liquenizada corticícola crostosa torna-se um obstáculo à conservação destes organismos. São poucos os trabalhos sobre líquens corticícolas crostosos em geral no Brasil, com alguns estudos pontuais realizados nos últimos anos (Benatti & Marcelli 2007; Cáceres 2007; Cáceres *et al.* 2007; 2008a, b; Dal - Forno 2009).

Na região Nordeste, esta carência de trabalhos é ainda mais evidente. Alguns trabalhos relativamente recentes foram realizados comparando áreas de Mata Atlântica, Caatinga e Brejos de Altitude. Assim, foram analisados aspectos ecológicos destes organismos (Cáceres *et al.* 2007; 2008a, b) e registradas 450 espécies em quatro estados nordestinos (Cáceres *et al.* 2007). A composição de espécies de líquens nos três diferentes habitats, Caatinga, Mata Atlântica e Brejos de altitude, no nordeste brasileiro, foi comparada e amostrou-se um total de 22 áreas (Cáceres *et al.* 2008a). Também foi investigada a influência de fatores bióticos e abióticos na composição de espécies liquênicas dentro de uma floresta tropical úmida, no estado de Alagoas (Cáceres *et al.* 2007).

No estado de Alagoas, Menezes *et al.* (2011) registraram novas ocorrências de líquens corticícolas crostosos e microfoliosos em vegetação de Caatinga, em um trabalho onde é apresentada uma lista com todas as espécies atualmente conhecidas para o semi-árido daquele estado.

Entretanto, nenhum trabalho foi ainda realizado sobre a micota liquenizada especificamente na Caatinga do estado de Sergipe. Dado o pioneirismo deste trabalho, objetivou-se o levantamento flora liquênica corticícola crostosa em uma Unidade de Conservação (UC) estadual, na perspectiva de contribuir com o incremento do conhecimento da diversidade biológica deste grupo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A área escolhida para a pesquisa é uma Unidade de Conservação Estadual, o Monumento Natural (MONA) Grota de Angico, com cerca de 2.183 ha, situada no alto sertão sergipano. A UC situa-se às margens do rio São Francisco, entre os municípios de Canindé do São Francisco e Poço Redondo ($9^{\circ} 41'S$ e $38^{\circ} 31'W$), distante 200 km da capital Aracaju (Figura 1).

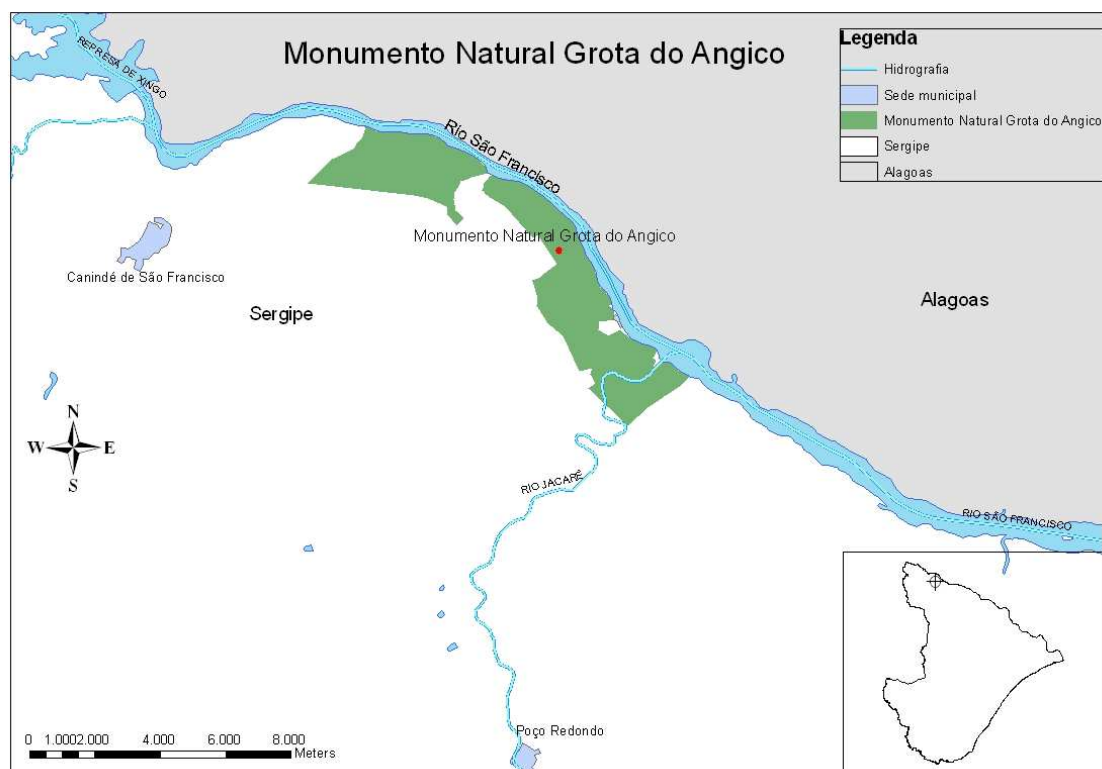


Figura 1. Localização do MONA Grota do Angico. Imagem: Sidney Feitosa Gouveia.

A área possui uma vegetação hiperxerófila arbóreo-arbustiva (Figura 2), clima Tropical Semi-Árido Quente e precipitação anual média de 500 mm (Ab'Saber 1974).



Figura 2. Caatinga arbóreo-arbustiva no MONA Grotta do Angico. Foto: Robert Lücking.

Amostragem

Seleção das árvores

Foram demarcados 15 pontos de amostragem ao longo do MONA Grotta do Angico (Figura 3) nos quais foram escolhidas aleatoriamente 37 árvores (forófitos) com um DAP (Diâmetro à Altura do Peito, 130 cm) mínimo de 03 cm. O DAP foi medido com fita métrica.

O georreferenciamento dos diferentes pontos de coleta foi realizado com GPS Garmin (modelo 60CSx) e com base nesses dados foram gerados os mapas da área de estudo.

A coleta de dados foi realizada nos meses de Fevereiro, e de Junho a Setembro de 2011.

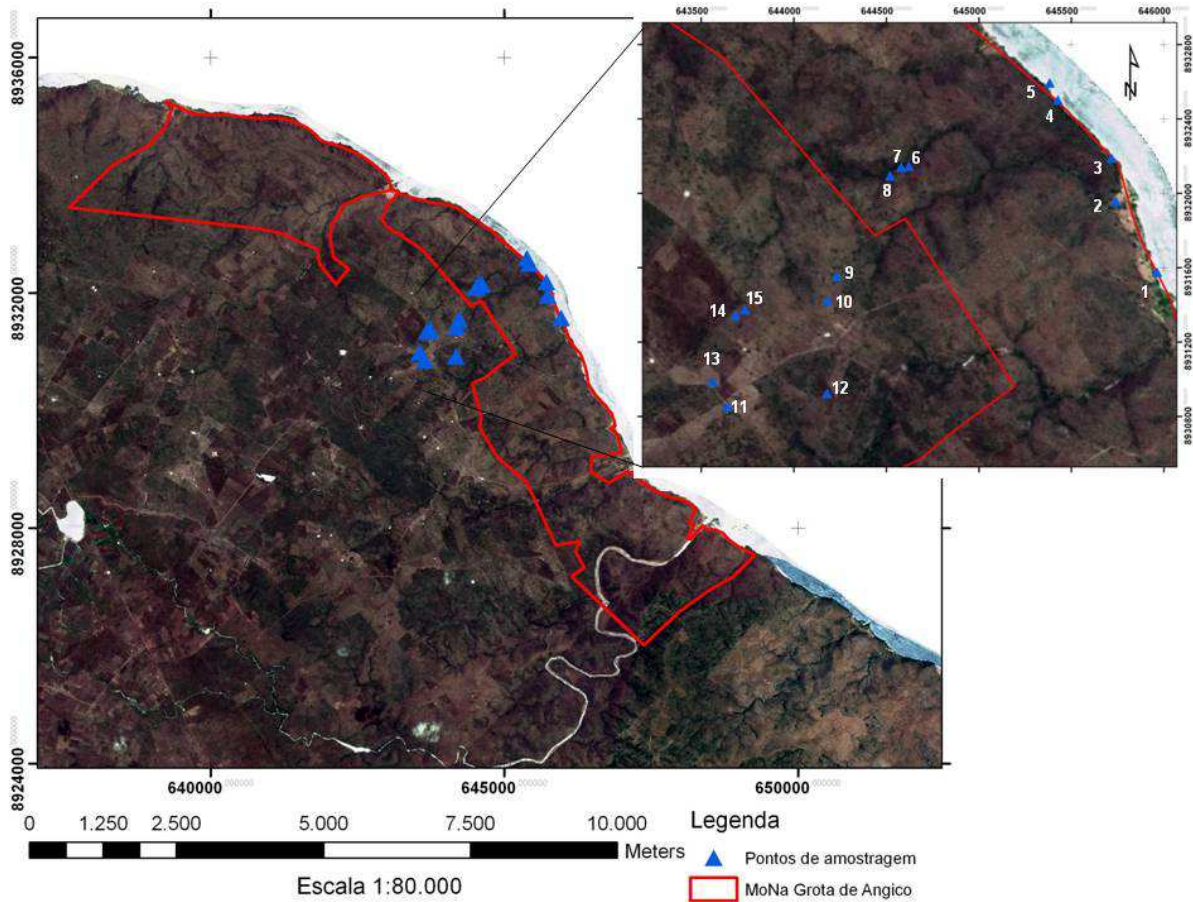


Figura 3. Mapa do MONA Grota do Angico, com destaque para os pontos de amostragem.

Levantamento florístico

O levantamento florístico foi realizado para a identificação das árvores nas quais foram coletados líquens em seu córtex.

Este procedimento consistiu de coleta de material reprodutivo ou estéril das árvores coletadas, de acordo com as normas usuais sugeridas por Mori *et al.* (1989). A identificação dos exemplares foi realizada *a priori*, em campo, com ajuda de mateiro experiente da região, quando foi anotado o nome popular das árvores. A taxonomia foi realizada com auxílio de chaves taxonômicas e através da comparação com exsicatas do Herbário da Universidade Federal de Sergipe (ASE), local onde as mesmas foram depositadas.

O sistema de classificação das espécies adotado foi o APG III (2009), enquanto que a grafia das espécies foi verificada no banco de dados do Missouri Botanical Garden (2010) e Forzza *et al.* (2010).

Mapeamento e identificação dos líquens

Para amostragem dos líquens, o primeiro passo foi visualização dos mesmos nas 37 árvores (unidade amostral) selecionadas aleatoriamente. Durante a coleta foi afixado no córtex destas árvores um cordão barbante de 1,5 m, a 30 cm acima do solo, e realizada a amostragem de todos os talos liquênicos que ficaram sob o cordão.

As amostras dos talos liquênicos foram coletadas com o auxílio de faca e martelo (Figura 4), e acondicionadas em sacos de papel onde foi identificado o número dos forófitos.



Figura 4. Coleta de líquens corticícolos com faca e martelo. Foto: Marcela Cáceres.

Após cada coleta, as amostras de líquens foram colocadas em prensas botânicas (Figura 5), onde secaram em temperatura ambiente por uma semana. Este procedimento é realizado para que os talos liquênicos (os quais contêm as estruturas reprodutivas) com o substrato (casca de árvore) não deforme ou enrole, dificultando o seu estudo e manuseio posterior.



Figura 5. Prensas botânicas para secagem do material coletado. Foto: Marcela Cáceres.

Em laboratório, cada amostra foi colada em um pedaço de papel cartão de 14 x 09 cm (Figura 6), que corresponde à exsicata, na qual foi registrado também o local e a data de coleta, número da amostra, da árvore e da parcela.



Figura 6. Exsicatas com material coletado. Foto: Marcela Cáceres.

Cada exsicata foi analisada sob microscópio estereoscópico modelo Leica EZ4, onde foram realizadas observações morfológicas detalhadas de estruturas de valor taxonômico, como a forma e superfície do talo, presença, tipo e forma de estruturas reprodutivas (ascomas, sorédios e isídios), tipo e cor da margem apotecial e do disco, tipo de peritécios (agrupados ou

solitários) e coloração (Cáceres 2007; Nash 2008), seguido de cortes à mão livre com lâminas de aço.

O material cortado foi colocado em uma gota de água destilada entre lâmina e lamínula para observação, em microscópio óptico, de esporos, paráfises e reações químicas (com aplicação de hidróxido de potássio - KOH - a 10 % e Lugol a 2%).

A identificação, sempre que possível, foi realizada ao nível taxonômico de espécie, com base nos trabalhos de Cáceres & Lücking (2000), Cáceres (2007) Lücking *et al.* (2009), Staiger (2002) e demais literatura para grupos taxonômicos específicos.

Análise dos dados

A riqueza de espécies foi considerada como o número total de espécies de líquens amostradas. A abundância de líquens foi considerada como o número total de talos liquênicos coletados em todas as árvores.

Para obtenção de dados sobre a presença das espécies em cada árvore, calculou-se a Frequência Absoluta (FA), Frequência Relativa (FR) de cada táxon em relação às 37 árvores analisadas.

RESULTADOS

Composição da comunidade líquênica

Foram analisados 2.210 espécimes de líquens, distribuídos em 14 famílias, 29 gêneros 64 espécies (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies de líquens encontradas no MONA Grota do Angico.

Família	Gênero	Táxon	
Arthoniaceae	<i>Arthonia</i>	<i>Arthonia</i> aff. <i>cinnabarina</i> (DC.) Wallr.	
		<i>Arthonia complanata</i> Fée	
		<i>Arthonia</i> sp.1 Ach.	
		<i>Arthonia</i> sp.2 Ach.	
	<i>Stirtonia</i>	<i>Stirtonia albovenica</i> Makhija & Patw.	
Arthopyreniaceae	<i>Arthopyrenia</i>	<i>Arthopyrenia cinchonae</i> (Ach.) Müll. Arg.	
Caliciaceae	<i>Amandinea</i>	<i>Amandinea multispora</i> (Kalb & Vězda) Marbach	
		<i>Cratiria</i>	<i>Cratiria obscurior</i> (Stirt.) Marbach & Kalb
		<i>Dirinaria</i>	<i>Dirinaria leopoldii</i> (Stein) D.D. Awasthi
		<i>Hafellia</i>	<i>Hafellia bahiana</i> (Malme) Sheard
			<i>Hafellia curatellae</i> (Malme) Marbach
		<i>Hafellia demutans</i> (Stirton) Pußwald	
	<i>Stigmatochroma</i>	<i>Stigmatochroma gerontoides</i> (Stirt.) Marbach	
Catillariaceae	<i>Catillaria</i>	<i>Catillaria spec.B</i> A. Massal.	
Chrysothricaceae	<i>Chrysothrix</i>	<i>Chrysothrix chlorina</i> (Ach.) J.R. Laundon	
Ectolechiaceae	<i>Tapellaria</i>	<i>Tapellaria</i> sp. Müll. Arg.	
Graphidaceae	<i>Fissurina</i>	<i>Fissurina mexicana</i> (Zahlbr.) Lücking & Rivas Plata	
		<i>Glyphis</i>	<i>Glyphis scyphulifera</i> (Ach.) Staiger
	<i>Glyphis substriatula</i> (Nyl.) Staiger		
	<i>Graphis</i>	<i>Graphis</i> aff. <i>furcata</i> Fée	
		<i>Graphis dendrogramma</i> Nyl.	
		<i>Graphis glaucescens</i> Fée	
		<i>Graphis leptoclada</i> Müll. Arg.	
		<i>Graphis librata</i> C. Knight	
		<i>Graphis lineola</i> Ach.	
		<i>Graphis pavoniana</i> Fée	
		<i>Graphis pilarensis</i> Cáceres & Lücking	
		<i>Graphis pinicola</i> Zahlbr.	
		<i>Graphis stellata</i> Cáceres & Lücking	
<i>Graphis stipitata</i> A.W. Archer			
<i>Graphis streimannii</i> A.W. Archer			
<i>Graphis submarginata</i> Lücking			

		<i>Graphis substriatula</i> Nyl.
Haematommataceae	<i>Haematomma</i>	<i>Haematomma infuscum</i> (Stirt.) R.W. Rogers <i>Haematomma persoonii</i> (Fée) A. Massal.
Lecanoraceae	<i>Lecanora</i>	<i>Lecanora achroa</i> Nyl. <i>Lecanora caesiorubella</i> Ach. <i>Lecanora coronulans</i> Nyl. <i>Lecanora helva</i> Stizenb. <i>Lecanora hypocrocina</i> Nyl. <i>Lecanora symmicta</i> (Ach.) Ach. <i>Lecanora tropica</i> Zahlbr.
	<i>Ramboldia</i>	<i>Ramboldia haematites</i> (Fée) Kalb, Lumbsch & Elix <i>Ramboldia russula</i> (Ach.) Kalb, Lumbsch & Elix
	<i>Traponora</i>	<i>Traponora asterella</i> Aptroot
Parmeliaceae	<i>Parmotrema</i>	<i>Parmotrema</i> sp. A. Massal.
	<i>Pertusaria</i>	<i>Pertusaria</i> aff. <i>dehiscens</i> DC. <i>Pertusaria dehiscens</i> Müll. Arg. <i>Pertusaria flavens</i> Nyl. <i>Pertusaria quassiae</i> (Fée) Nyl. <i>Pertusaria wulfenioides</i> B. de Lesd.
Pyrenulaceae	<i>Pyrenula</i>	<i>Pyrenula</i> aff. <i>pyrenuloides</i> (Mont.) R.C. Harris <i>Pyrenula anomala</i> (Ach.) A. Massal.
Roccellaceae	<i>Enterographa</i>	<i>Enterographa subquassiaecola</i> Cáceres & Lücking
	<i>Opegrapha</i>	<i>Opegrapha</i> cf. <i>aperiens</i> Ach.
Thelotremataceae	<i>Chapsa</i>	<i>Chapsa velata</i> (Müll. Arg.) Cáceres & Lücking
	<i>Leucodecton</i>	<i>Leucodecton occultum</i> (Eschw.) Frisch
	<i>Myriotrema</i>	<i>Myriotrema</i> sp. Fée
	<i>Ocellularia</i>	<i>Ocellularia</i> aff. <i>praestans</i> (Müll. Arg.) Hale <i>Ocellularia</i> sp. G. Mey.
Trypetheliaceae	<i>Polymeridium</i>	<i>Polymeridium proponens</i> (Nyl.) R.C. Harris
	<i>Pseudopyrenula</i>	<i>Pseudopyrenula subnudata</i> Müll. Arg.
	<i>Trypethelium</i>	<i>Trypethelium ochroleucum</i> (Eschw.) Nyl.
NI	NI	Spec. Sorediado

NI – Não identificado.

As famílias mais abundantes foram Graphidaceae, com 17 espécies, seguida de Lecanoraceae, com 10 espécies; ambas contabilizaram três gêneros.

Dos táxons presentes na coleção, grande parte já foi registrada para a região nordeste (Figuras 7 a 11).

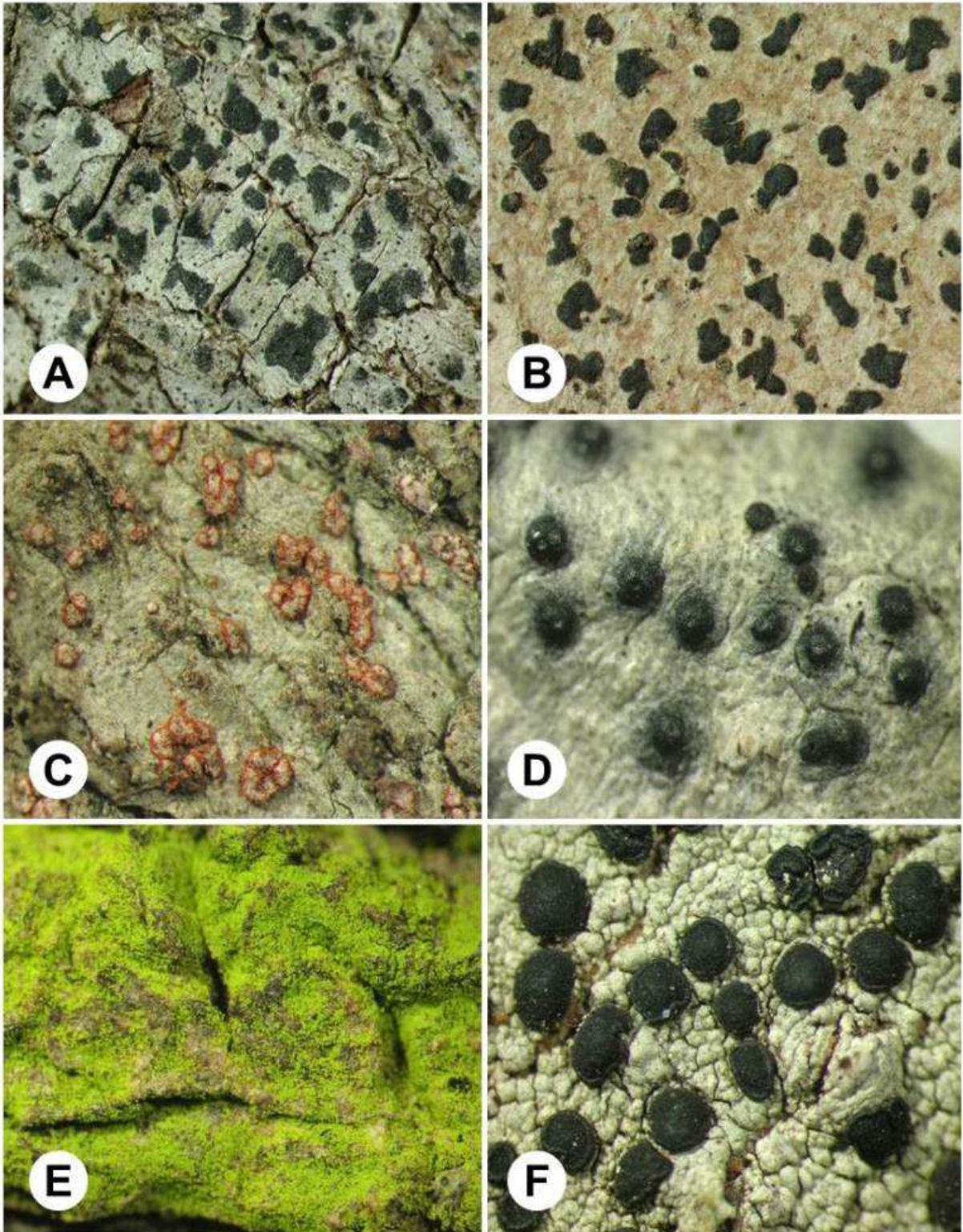


Figura 7. (A) *Arthonia* sp. 1; (B) *Arthonia* sp. 2; (C) *A. cinnabarina*; (D) *Arthopyrenia cinchonae*; (E) *Chrysothrix chlorina*; (F) *Cratiria obscurior*.

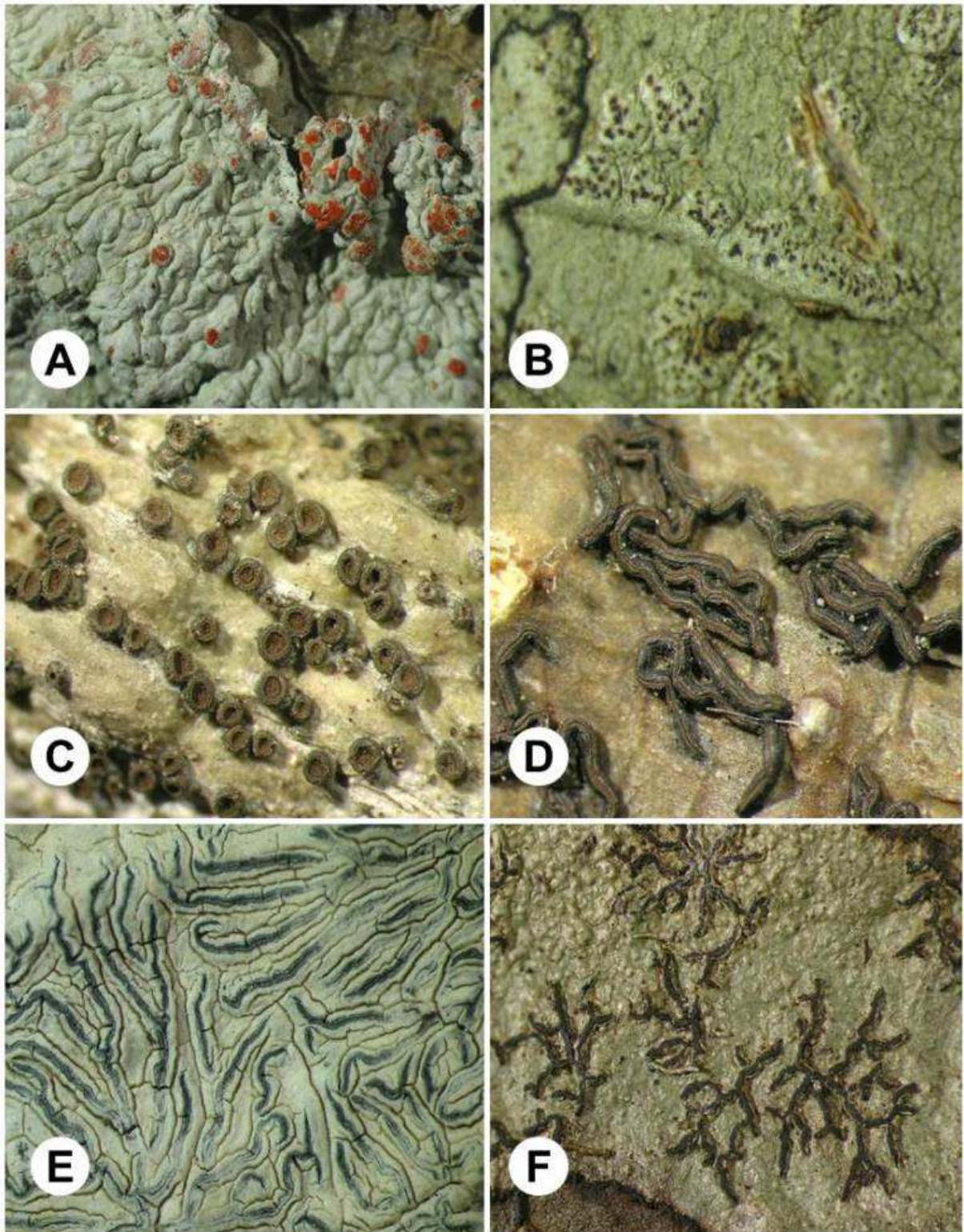


Figura 8. (A) *Dirinaria leopoldii*; (B) *Enterographa subquassiaecola*; (C) *Glyphis scyphulifera*; (D) *G. substriatula*; (E) *Graphis dendrograma*; (F) *G. stellata*.

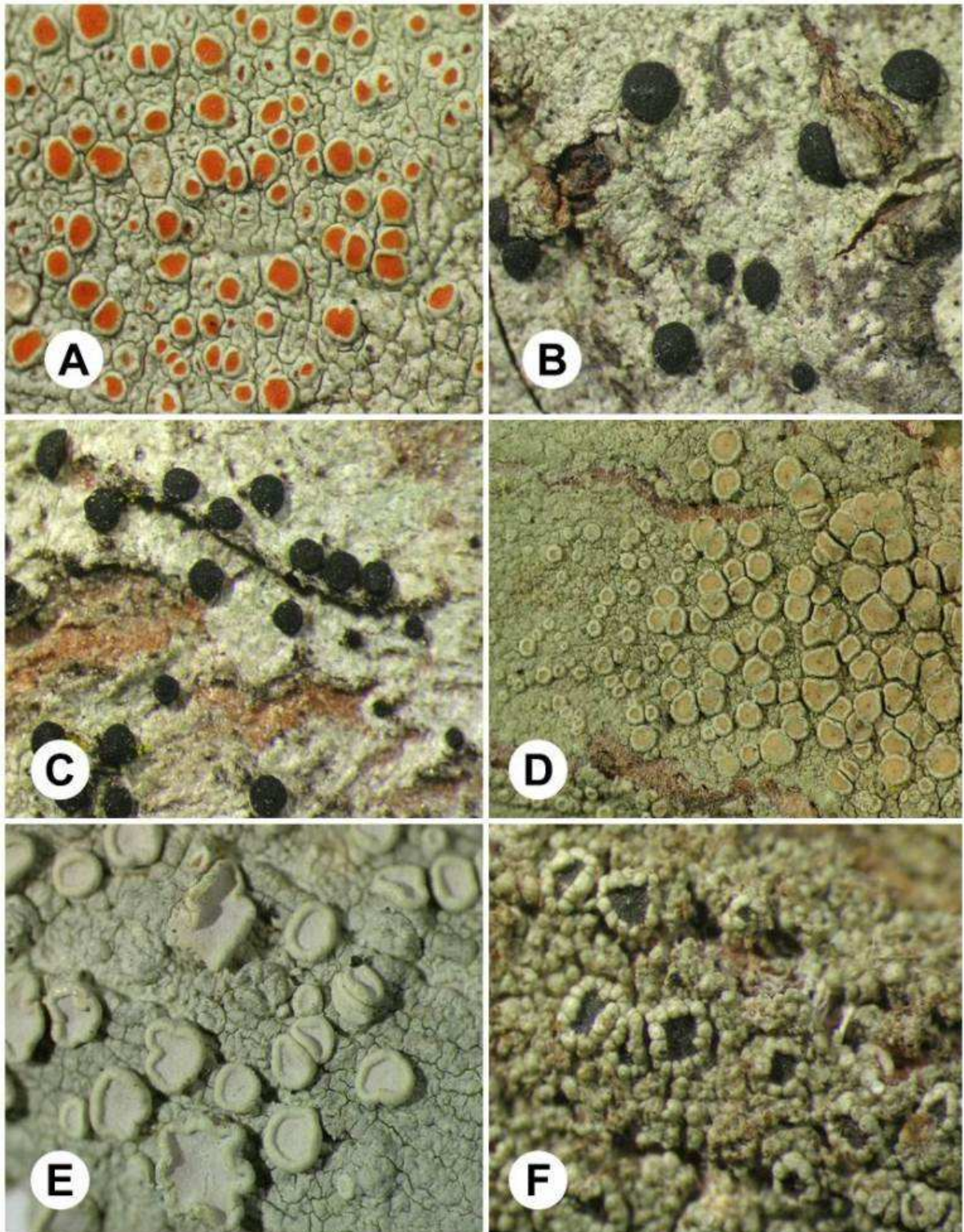


Figura 9. (A) *Haematomma persoonii*; (B) *Cratiria obscurior*; (C) *Hafellia bahiana*; (D) *Lecanora achroa*; (E) *L. caesiorubella*; (F) *L. coronulans*.

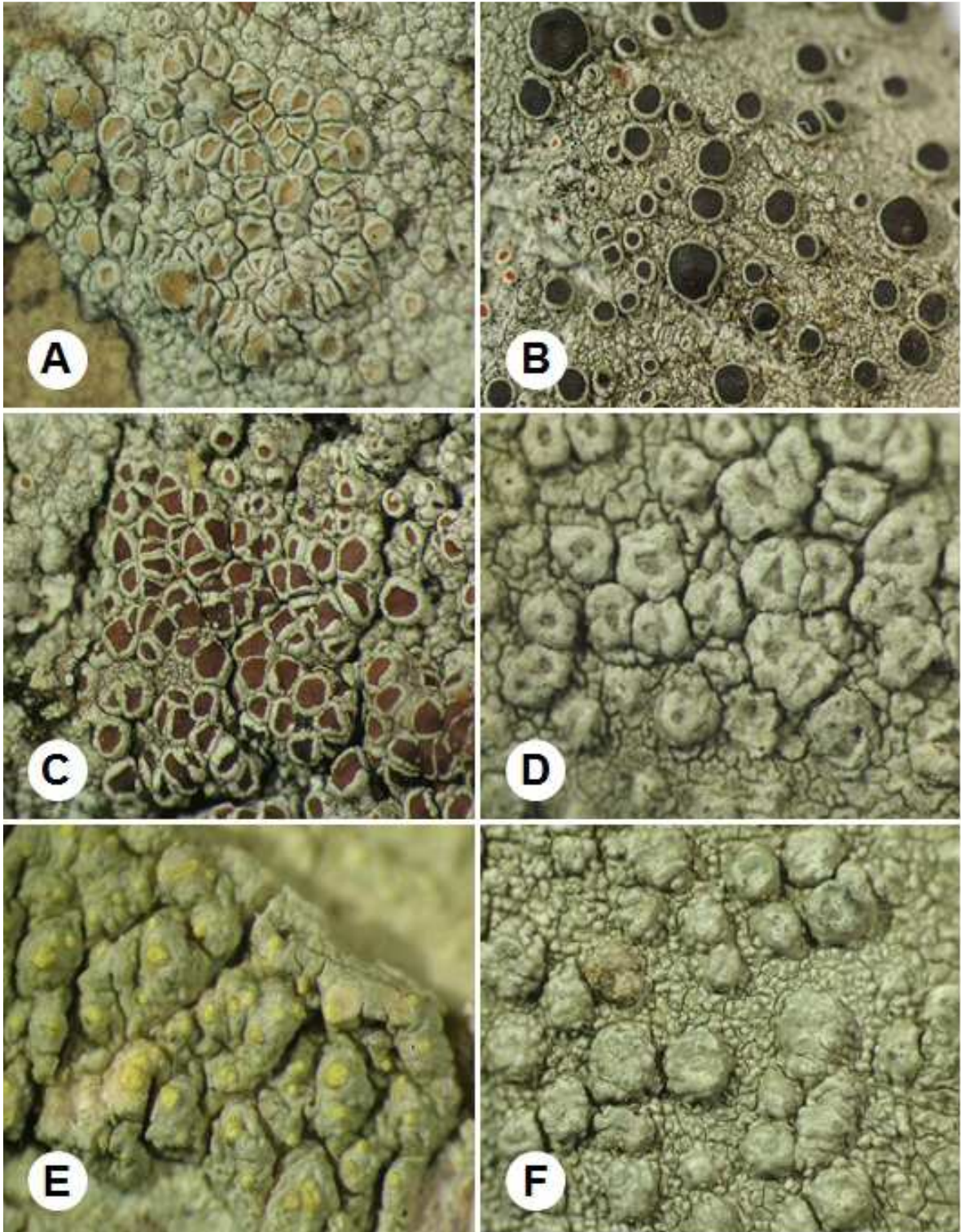


Figura 10. (A) *Lecanora helva*; (B) *L. hypocrocina*; (C) *L. tropica*; (D) *Pertusaria dehiscens*; (E) *P. flavens*; (F) *P. quassiae*.

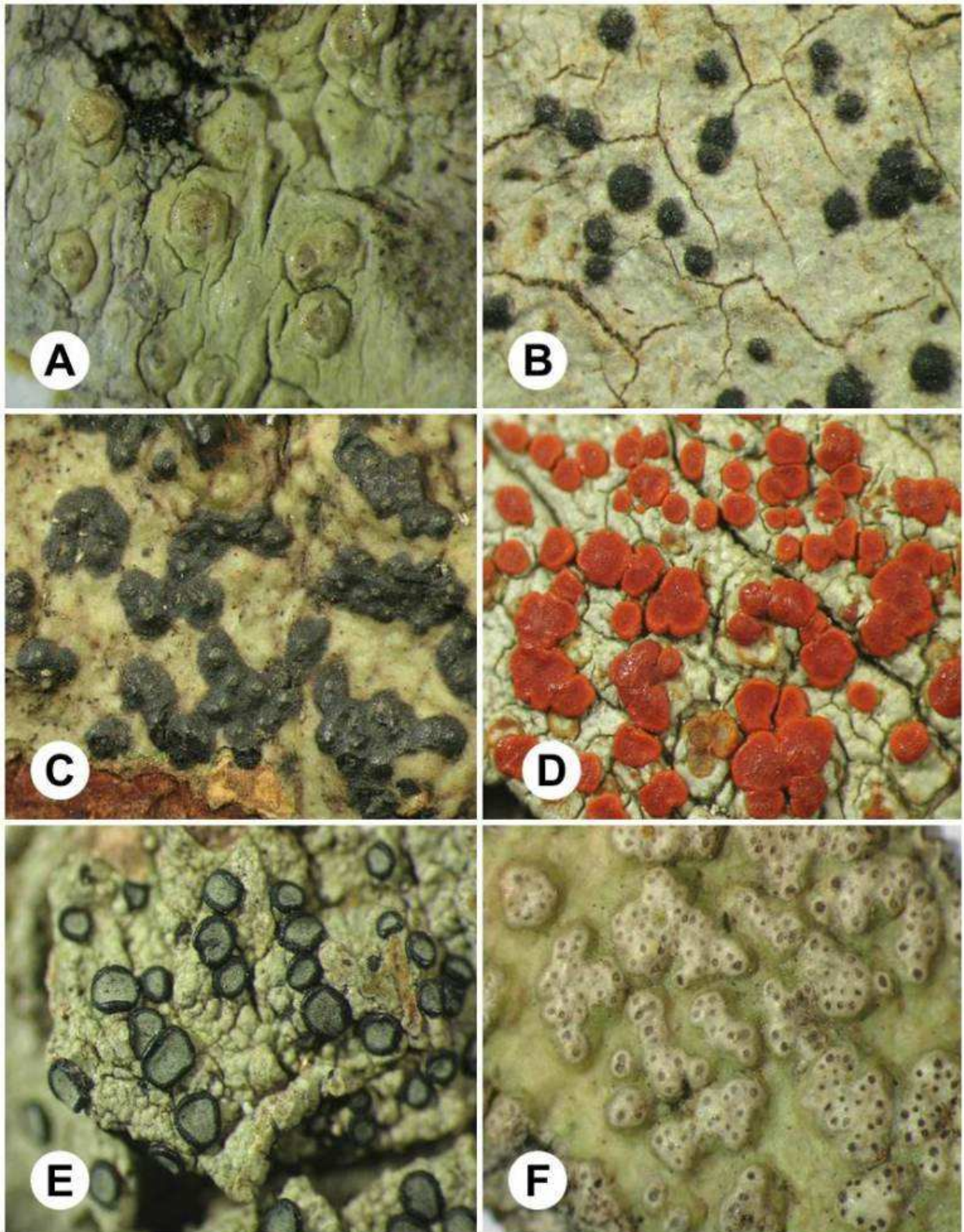


Figura 11. (A) *Pertusaria wulfenioides*; (B) *Pseudopyrenula subnudata*; (C) *Pyrenula anomala*; (D) *Ramboldia russula*; (E) *Stigmatochroma gerontoides*; (F) *Trypethelium ochroleucum*.

Das espécies registradas neste trabalho, *Fissurina mexicana*, *Graphis leptoclada*, *Graphis pinicola*, *Graphis stipitata*, *Graphis streimannii*, *Graphis substriatula*, *Haematomma infusum*, *Lecanora symmicta*, *Lecanora tropica*, *Stirtonia albovenica*, *Traponora asterella*, são novos registros para o Brasil (Cáceres 2007).

Ainda, *Arthopyrenia cinchonae*, *Graphis lineola*, *Graphis pinicola*, *Graphis stipitata*, *Graphis submarginata*, *Amandinea multispora*, *Graphis librata*, *Ramboldia haematites*, *Opegrapha cf. aperiens* são novos registros para a região Nordeste (Cáceres 2007).

Chapsa velata, *Dirinaria leopoldii*, *Enterographa subquassiaecola*, *Graphis aff. furcata*, *Graphis dendrogramma*, *Graphis glaucescens*, *Graphis pavoniana*, *Graphis pilarensis*, *Graphis submarginata*, *Hafellia bahiana*, *Leucodecton occultum*, *Ocellularia aff. praestans*, *Polymeridium proponens*, *Pyrenula anomala* e *Ramboldia russula* representam novos registros para o estado de Sergipe (Cáceres 2007).

As espécies com primeiro registro para o Brasil pertencem às famílias Arthoniaceae, Graphidaceae e Lecanoraceae. Destas, as espécies mais frequentes foram *Graphis pinicola* (3,7%), *Stirtonia albovenica* (2,23%), *Graphis streimannii* (1,1%), *Graphis stipitata* e *Lecanora symmicta* (ambas com 0,74%). As demais apresentaram uma frequência de 0,37%.

As espécies com primeiro registro para o estado de Sergipe pertencem a 07 famílias distintas: Caliciaceae, Gaphidaceae, Lecanoraceae, Pyrenulaceae, Roccellaceae, Thelotremataceae e Trypetheliaceae. *Polymeridium proponens* foi a espécie mais frequente (4,83%), seguida por *Leucodecton occultum* (2,63 %) e *Chapsa velata* (2,23%). *Graphis submarginata* e *Hafellia bahiana* tiveram uma frequência de 1,5% nas amostras, e *Graphis dendrogramma* e *Ocellularia aff. praestans* tiveram, cada uma, 0,74%. As demais espécies tiveram uma frequência de 0,37%, o que significa que elas foram encontradas em apenas uma exsicata, cada.

Contudo, de forma geral, entre todos os táxons coletados no MONA Grota do Angico, os mais frequentes foram *Chrysothrix chlorina* e *Lecanora achroa* (Tabela 2).

Tabela 2. Frequência das espécies de líquens coletados no MONA Grota do Angico, em porcentagem e ordem decrescente. (Fi) – Frequência da espécie, (FA) – Frequência Absoluta e (FR) – Frequência Relativa.

Táxons	Fi	FA	FR
<i>Lecanora achroa</i>	0.089	24	8.922
<i>Chrysothrix chlorina</i>	0.071	19	7.063
<i>Lecanora helva</i>	0.071	19	7.063
<i>Pertusaria flavens</i>	0.056	15	5.576
<i>Glyphis scyphulifera</i>	0.048	13	4.833

<i>Polymeridium proponens</i>	0.048	13	4.833
<i>Graphis pinicola</i>	0.037	10	3.717
<i>Haematomma personii</i>	0.037	10	3.717
<i>Stigmatochroma gerontoides</i>	0.037	10	3.717
<i>Lecanora hypocrocina</i>	0.026	7	2.602
<i>Leucodecton occultum</i>	0.026	7	2.602
<i>Chapsa velata</i>	0.022	6	2.230
<i>Cratiria obscurior</i>	0.022	6	2.230
<i>Pertusaria quassiae</i>	0.022	6	2.230
<i>Pseudopyrenula subnudata</i>	0.022	6	2.230
<i>Stirtonia albovenica</i>	0.022	6	2.230
<i>Arthonia aff. cinnabarina</i>	0.019	5	1.859
<i>Hafellia bahiana</i>	0.019	5	1.859
<i>Arthonia sp.2</i>	0.015	4	1.487
<i>Graphis lineola</i>	0.015	4	1.487
<i>Graphis submarginata</i>	0.015	4	1.487
<i>Lecanora coronulans</i>	0.015	4	1.487
<i>Lecanora tropica</i>	0.015	4	1.487
<i>Pertusaria dehiscens</i>	0.015	4	1.487
<i>Pertusaria wulfenioides</i>	0.015	4	1.487
<i>Lecanora caesiorubella</i>	0.011	3	1.115
<i>Spec. Sorediado</i>	0.011	3	1.115
<i>Graphis streimannii</i>	0.011	3	1.115
<i>Arthopyrenia cinchonae</i>	0.007	2	0.743
<i>Graphis dendrogramma</i>	0.007	2	0.743
<i>Graphis librata</i>	0.007	2	0.743
<i>Graphis stipitata</i>	0.007	2	0.743
<i>Hafellia curatellae</i>	0.007	2	0.743
<i>Lecanora symmicta</i>	0.007	2	0.743
<i>Ocellularia aff. praestans</i>	0.007	2	0.743
<i>Trypethelium ochroleucum</i>	0.007	2	0.743
<i>Amandinea multispora</i>	0.004	1	0.372
<i>Arthonia sp.1</i>	0.004	1	0.372
<i>Arthonia complanata</i>	0.004	1	0.372
<i>Dirinaria leopoldii</i>	0.004	1	0.372
<i>Enterographa subquassiaecola</i>	0.004	1	0.372

<i>Fissurina mexicana</i>	0.004	1	0.372
<i>Glyphis substriatula</i>	0.004	1	0.372
<i>Graphis leptoclada</i>	0.004	1	0.372
<i>Graphis stellata</i>	0.004	1	0.372
<i>Haematomma infuscum</i>	0.004	1	0.372
<i>Opegrapha cf. aperiens</i>	0.004	1	0.372
<i>Parmotrema sp.</i>	0.004	1	0.372
<i>Pertusaria aff. dehiscens</i>	0.004	1	0.372
<i>Pyrenula anômala</i>	0.004	1	0.372
<i>Ramboldia haematites</i>	0.004	1	0.372
<i>Ramboldia russula</i>	0.004	1	0.372
<i>Traponora asterella</i>	0.004	1	0.372
<i>Graphis pavoniana</i>	0.004	1	0.372
<i>Graphis pilarensis</i>	0.004	1	0.372
<i>Graphis glaucescens</i>	0.004	1	0.372
<i>Graphis substriatula</i>	0.004	1	0.372
<i>Graphis aff. furcata</i>	0.004	1	0.372
<i>Catillaria spec.B</i>	0.004	1	0.372
<i>Myriotrema sp.</i>	0.004	1	0.372
<i>Ocellularia sp.</i>	0.004	1	0.372
<i>Tapellaria sp.</i>	0.004	1	0.372
<i>Hafelia demutans</i>	0.004	1	0.372
<i>Chlorina sp.</i>	0.004	1	0.372
<i>Pyrenula aff. pyrenuloides</i>	0.004	1	0.372
Total	1,000	269	100,000

DISCUSSÃO

Dentre as espécies de líquens registradas neste trabalho, *Graphis submarginata*, *Haematomma personii*, *Lecanora caesiorubella* e *Pertusaria wulfenioides* já haviam sido registradas no estado do Rio Grande do Sul por Käffer *et al.* (2010), indicando que são espécies com distinta distribuição, pelo menos no Brasil.

Ainda na região Sul do Brasil, Spielmann (2006) registrou *Amandinea multispora*, *Arthopyrenia cinchonae*, *Graphis lineola*, também no estado do Rio Grande do Sul.

Menezes *et al.* (2011) registraram a ocorrência de *Glyphis scyphulifera*, *Glyphis substriatula* e *Leucodecton occultum* em área de Caatinga no estado de Alagoas. Este foi o primeiro registro destas espécies no estado destas três espécies e o primeiro do Brasil para *L. occultum*.

Cáceres (2007) já havia registrado a ocorrência de *Cratiria obscurior*, *Glyphis scyphulifera*, *Glyphis substriatula*, *Haematomma personii*, *Hafellia curatellae*, *H. demutans*, *Lecanora caesiorubella*, *L. hypocrocina*, *Pertusaria flavens*, *Polymeridium proponens*, *Pseudopyrenula subnudata*, *Ramboldia haematites* e *Stigmatochroma gerontoides* em três estados do Nordeste do Brasil: Alagoas, Pernambuco e Rio Grande do Norte.

Das espécies que compõem o primeiro registro para Sergipe, *Dirinaria leopoldii*, *Hafellia bahiana*, *Graphis dendrograma*, *G. pavoniana*, *G. submarginata*, *Ramboldia russula*, *Enterographa subquassiaecola*, *Chapsa velata*, *Ocellularia aff. praestans* e *Polymeridium proponens* tiveram sua primeira ocorrência no Brasil registrada no estado de Pernambuco (Cáceres 2007).

Dentre as espécies citadas acima, apenas *Dirinaria leopoldii*, *Hafellia curatellae*, e *H. demutans*, foram encontradas anteriormente em áreas de Caatinga. *Chapsa velata*, *Enterographa subquassiaecola*, *Hafellia bahiana* e *Ocellularia aff. Praestans* foram registradas antes deste trabalho somente em áreas de Mata Atlântica.

As espécies *Graphis aff. furcata*, *G. pilarensis* e *Pyrenula anomala*, foram encontradas no estado de Alagoas, em áreas de Mata Atlântica, assim como *Graphis glaucescens* ocorreu no estado do Rio Grande do Norte, também na Mata Atlântica (Cáceres 2007), porém sendo encontrada no presente trabalho em área de Caatinga.

CONCLUSÃO

Embora ainda haja poucos estudos com estes organismos, o presente trabalho representa uma contribuição ao conhecimento da micota liquenizada da Caatinga do estado de Sergipe. Como contribuição principal, foram registrados 53 táxons de líquens, sendo 15 destes novas ocorrências para o estado, 11 para o Brasil e 09 para o Nordeste.

Os dados agora apresentados corroboram a escassez de conhecimento acerca da micota liquenizada e sinalizam a necessidade de desenvolvimento do conhecimento da diversidade biológica deste grupo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. 1974. **Domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras**. São Paulo, Instituto de Geografia.
- APG III. 2009. **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III**. Botanical Journal of the Linnean Society 161: 105-121.
- BENATTI, M. N.; MARCELLI, M. P. 2007. **Gêneros de fungos liquenizados dos manguezais do Sul-Sudeste do Brasil, com enfoque no manguezal do Rio Itanhaém, Estado de São Paulo**. Acta Botanica Brasilica, 21 (4): 863-878.
- CÁCERES, M.E.S. 2007. **Corticolous crustose and microfoliose lichens of northeastern Brazil**. Libri Botanici 22: 1-168
- CÁCERES, M.E.S.; LÜCKING, R. & RAMBOLD, G. 2007. **Phorophyte specificity and environmental parameters versus stochasticity as determinants for species composition of corticolous crustose lichen communities in the Atlantic rainforest of northeastern Brazil**. Mycological Progress 6(3):117-136.
- CÁCERES, M.E.S.; LÜCKING, R. & RAMBOLD, G. 2008a. **Corticolous Microlichens in Northeastern Brazil: Habitat Differentiation Between Coastal Mata Atlântica, Caatinga and Brejos de Altitude**. The Bryologist 111(1): 98-117.
- CÁCERES, M.E.S.; LÜCKING, R. & RAMBOLD, G. 2008b. **Efficiency of sampling methods for accurate estimation of species richness of corticolous microlichens in the Atlantic rainforest of northeastern Brazil**. Biodiversity and Conservation 17: 1285-1301.
- CÁCERES, M. E. S. & LÜCKING, R. 2000. **Three new species and one new combination of foliicolous lichens and lichenicolous fungi from the Atlantic Rainforest in Pernambuco state, Brazil**. Nova Hedwigia, 70: 217-226.
- DAL FORNO, M. 2009. **A Família Graphidaceae (Ascomycota Liquenizados) em Restinga em Pontal do Sul, Pontal do Paraná, Paraná**. 158f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná-UFPR. Curitiba.
- DE VERA, J.-P., HORNECK, G., RETTBERG, P. & OTT, S. 2003. **The potential of the lichen symbiosis to cope with extreme conditions of outer space**. I. Influence of UV radiation and space vacuum on the vitality of lichen symbiosis and germination capacity. International Journal of Astrobiology, 1: 285–293.
- DE VERA, J.-P., HORNECK, G., RETTBERG, P. & OTT, S. 2004. **The potential of the lichen symbiosis to cope with extreme conditions of outer space**. II. Germination capacity of lichen ascospores in response to simulated space conditions. Advances in Space Research, 33: 1236–1243.

- FORZZA *et al.* 2010. **Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.** Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010>. Acesso em 23/11/2011.
- GRUBE, M. & KROKEN, S. 2000. **Molecular approaches and the concept of species and species complexes in lichenized fungi.** Mycological Research 104:1284-1294.
- HAWKSWORTH, D. L. 2001. **Challenges in mycology.** Mycological Research, 99:(1), p 127-128.
- HAWKSWORTH, D. L. & HILL, D. J. 1984. **The lichen-forming fungi.** Blackie, Glasgow and London: Blackie.
- KÄFFER, M. I.; ALVES, C.; CACERES, M. E. S.; MARTINS, S. M. A.; & VARGAS, V. M. F. 2011. **Caracterização da comunidade liquênica corticícola de Porto Alegre e áreas adjacentes, RS, Brasil.** Acta Botanica Brasilica, 25 (4): 832-844.
- KÄFFER, M. I.; ALVES, C.; CACERES, M. E. S.; VARGAS, V. M. F.; & MARTINS, S. M. A. 2011. **Novas ocorrências de líquens corticícolas crostosos para a região sul do Brasil.** Acta Botanica Brasilica, 24 (4): 948-951.
- KIRK, P. M.; CANNON, P.F.; & DAVID, J.C. 2001. **Dictionary of fungi.** 9 ed. CABI Bioscience, Egham, UK.
- LÜCKING, R.; ARCHER, A. W.; & APTROOT, A. 2009. **A world-wide key to the genus Graphis (Ostropales: Graphidaceae).** The Lichenologist, 41 (4/5): 1-90.
- MARCELLI, M. P. 1997. **Estudo da diversidade de espécies de fungos liquenizados do Estado de São Paulo.** São Paulo, Instituto de Botânica.
- MARTINS, S.M.A., KÄFFER, M. I., LEMOS, A. 2008. **Líquens como bioindicadores da qualidade do ar numa área de termoeletrica, Rio Grande do Sul, Brasil.** Hoehnea (São Paulo), 35: 425-433.
- MENEZES, A. A. de, LEITE, A. B. X., OTSUKA, A. Y. JESUS, L. S., & CÁCERES, M. E. DA S. 211. **Novas ocorrências de líquens corticícolas crostosos e microfoliosos em vegetação de Caatinga no semi-árido de Alagoas.** Acta Botanica Brasilica 25(4): 885-889.
- MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 2010. **Trópicos.** Disponível em: <<http://www.tropicos.org/>>. Acesso em: 23/11/2011.
- MORI, S. A. *et al.* 1989. **Manual de Manejo do Herbário Fanerogâmico.** 2º ed. Ilhéus: CEPAAAC - Ministério da Agricultura.
- NASH TH III (ed.). 2008. **Lichen Biology.** Cambridge: Cambridge University Press, 303p.
- PURVIS, W. 2000. **Lichens.** The Natural History Museum, London. 112p.

- SPIELMANN, A. A. 2006. **Checklist of lichens and lichenicolous fungi of Rio Grande do Sul (Brazil)**. Caderno de Pesquisa. Série Biologia, 18 (2): 7–25.
- STAIGER, B. 2002. **Die Flechtenfamilie Graphidaceae**. Studien in Richtung einer natürlicheren Gliederung. Bibliotheca Lichenologica 85. Berlin, Stuttgart, J. Cramer.
- WILL-WOLF, S.; HAWKSWORTH, D L.; & MCCUNE, B. 2004. **Lichenized Fungi**. In: Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods. Elsevier Academic Press. p. 173-195.

CAPÍTULO 2 – Ecologia e diversidade da comunidade liquênica em diferentes micro-habitats em uma região de Caatinga do Alto sertão sergipano.

RESUMO

Líquens constituem um grupo bastante diversificado e são importantes componentes da diversidade de florestas tropicais, pois atuam como organismos pioneiros na colonização de ambientes terrestres e desempenham diversas funções nos ecossistemas. Entretanto, estudos sobre a ecologia de líquens exclusivamente em áreas de Caatinga ainda são inexistentes. Neste contexto, o presente trabalho se propôs a investigar a variação da comunidade liquênica ao longo de gradientes ambientais, em uma Unidade de Conservação Estadual em área de Caatinga no estado de Sergipe. Foram analisados 2.127 espécimes de líquens e identificados 53 táxons, distribuídos em 13 famílias e 28 gêneros. Destes, 11 são novas ocorrências de líquens corticícolos crostosos para o Brasil, 09 para o Nordeste e 15 para o estado de Sergipe. Dada a inexistência de dados acerca da ecologia de líquens na Caatinga, investigou-se a hipótese de que a diversidade e composição da comunidade liquênica é positivamente afetada por fatores ambientais como abertura do dossel (luminosidade incidente), pH, umidade, temperatura e DAP (Diâmetro à Altura do Peito, de 130 cm). As análises estatísticas foram realizadas através técnicas de ordenação (PCA e NMDS) e agrupamento (Análise de Cluster). Das variáveis analisadas, apenas abertura do dossel e DAP apresentaram relação com a riqueza de espécies de líquens. Os resultados sugerem que existe uma provável relação positiva entre abertura do dossel e a abundância de líquens. Contudo, algumas variáveis não analisadas neste trabalho como a rugosidade da casca ou a presença de lenticelas nas árvores, além de outras características da casca dos forófitos como capacidade de retenção de água e composição de nutrientes, devem estar influenciando a composição da comunidade liquênica.

Palavras-chave: Líquens. Caatinga. Diversidade. Sergipe. Ecologia.

ABSTRACT

Lichens are a quite diverse and are important components of the diversity of tropical forests since they act as pioneer organisms in the colonization of terrestrial environments and play various roles in ecosystems. However, studies on the ecology of lichens only in areas of Caatinga are still lacking. In this context, this paper aims to investigate the variation of Lichen communities along environmental gradients in a conservation area of Caatinga in the State in the state of Sergipe. We analyzed 2127 specimens of lichens and identified 53 taxa, distributed in 13 families and 28 genera. Of these, 11 are new records of corticolous crostosos lichens to Brazil, 09 to the Northeast and 15 for the state of Sergipe. Given the lack of data about the ecology of lichens in the Caatinga, we investigated the hypothesis that the diversity and lichen community composition is positively affected by environmental factors such as canopy openness (incident light), pH, moisture, temperature and DBH (Diameter at Breast Height, 130 cm). Statistical analyzes were performed using ordination (ACP and MDS) and cluster techniques (Cluster Analysis). Of the variables analyzed, only canopy openness and DBH were associated with lichens species richness. The results suggest that there is a positive relationship between canopy openness and lichens abundance. However, some variables which were not considered here as the roughness of the bark tree or the presence of lenticels, other characteristics of the bark phorophytes, as capacity of water retention and nutrient composition, must be influencing the composition of the lichen community.

Key-words: Lichens. Caatinga. Diversity. Sergipe. Ecology

INTRODUÇÃO

Líquens são a associação de dois organismos diferentes que se constitui basicamente de um fungo, o componente micobionte, e um ou mais componentes fotossintetizantes (fotobiontes), que podem ser algas verdes e/ou cianobactérias (Nash 2008; Purvis 2000). Graças a capacidade fotossintética da alga, o líquen é uma forma de vida epífita que coloniza o substrato e possui independência trófica (Sipman 1996; Nash 2008).

Visto que mais de 20% das espécies de fungos tornam-se liquenizados, pode-se concluir que esta é uma estratégia evolucionária bem sucedida, que resultou numa rica diversidade de espécies de fungos (Nash 2008; Grube & Kroken 2000; Hawksworth 1984). Considerando que a associação liquênica é estável e auto-sustentável, é conveniente dizer que líquens podem ser considerados mini-ecossistemas (Nash 2008; Purvis 2000).

Uma interação ecológica que pode ocorrer é a presença de “fungos liquenícolas” no sistema (Nash 2008). Estes organismos parasitam o fungo ou aproveitam-se dos produtos da fotossíntese gerados pelo fotobionte e podem, ainda, agir como decompositores desse sistema (Hawksworth 1979, 1981; Lücking & Bernecker-Lücking 2000).

Por ser um grupo bastante diversificado, são importantes componentes da diversidade de florestas tropicais (Kelly *et al.* 2004), pois atuam como organismos pioneiros na colonização de ambientes terrestres e desempenham diversas funções nos ecossistemas (Will-Wolf *et al.* 2004).

Apresentam diferentes tipos de talos liquênicos (onde estão contidas as estruturas reprodutivas) e fixam-se em diferentes tipos de substrato, como rochas, solo, folhas, galhos e troncos de árvores (Purvis 2000). Sua relação com o substrato limita-se, na maioria das vezes, ao suporte mecânico – pois recebe água e nutrientes disponíveis na atmosfera e carboidratos do fotobionte – ao contrário do fungo que, por ser heterotrófico, retira seus nutrientes do hospedeiro (Nash 2008; Cáceres *et al.* 2007).

São considerados cosmopolitas, podem ser encontrados tanto em ambientes luminosos como sombreados, e suportam condições extremas de temperatura e umidade (Nash 2008). Entre os organismos epífitos, a competição por espaço se dá principalmente entre líquens e briófitas (Lücking 2001). Contudo, briófitas são mais abundantes em ambientes úmidos com em áreas fechadas, ao passo que líquens preferem ambientes secos, mais abertos (Coley & Kursar 1996), como florestas semidecíduas secas, onde líquens corticícolas crostosos são especialmente abundantes (Wolf 1993).

A composição da comunidade liquênica reflete tanto a abundância quanto a presença de espécies de líquens. Líquens apresentam fortes preferências de hábitat e substrato, contudo, poucas espécies são substrato-específicas (Hale 1983). Desta forma, a espécie do forófito (árvore que alberga um epífito) não apresenta influência significativa na composição de espécies de líquens (Lücking 2001).

Os principais fatores envolvidos na composição de espécies corticícolas, que utilizam como substrato troncos de árvores, são a química (especialmente pH e a textura da casca), a estabilidade e longevidade do substrato, a disponibilidade de luz e a umidade (Oksanen 1988; Schmitt & Slack 1990).

Em florestas tropicais, líquens cumprem um importante papel ecológico na ciclagem de nutrientes e retenção de água (Lücking 2001). Em ecossistemas áridos, atuam como fixadores de nitrogênio e constituem grande parte da biomassa de organismos autotróficos em ambientes de baixa disponibilidade de nutrientes (Nash 2008).

Encontra-se em literatura específica trabalhos realizados na América Latina, onde foi encontrado relação entre a formação de comunidades liquênicas com parâmetros como tipo de casca, pH e teor de nutrientes no substrato em diferentes formações florestais na Colômbia (Wolf 2005). Contudo, são poucos os trabalhos sobre líquens corticícolas crostosos em geral no Brasil, com alguns estudos pontuais realizados nos últimos anos (Benatti & Marcelli 2007; Cáceres 2007; Cáceres *et al.* 2007; 2008a, b; Dal-Forno 2009).

Na região Nordeste, a escassez de trabalhos sobre a micota liquenizada corticícola crostosa é ainda mais evidente, com exceção de estudos relativamente recentes no qual foram analisados aspectos ecológicos destes organismos (Cáceres *et al.* 2007; 2008a, b) e registradas 450 espécies em quatro estados nordestinos (Cáceres *et al.* 2007). Nestes últimos, foi comparada a composição de espécies de líquens nos três diferentes hábitats, Caatinga, Mata Atlântica e Brejos de altitude, no nordeste brasileiro, amostrando um total de 22 áreas (Cáceres *et al.* 2008a). Também foi investigada a influência de fatores bióticos e abióticos na composição de espécies liquênicas dentro de uma floresta tropical úmida, no estado de Alagoas (Cáceres *et al.* 2007). No entanto, estudos sobre a ecologia de líquens exclusivamente em áreas de Caatinga ainda são inexistentes.

Neste contexto, o presente trabalho se propôs a investigar a variação da comunidade liquênica ao longo de gradientes ambientais na Caatinga. Investigou-se a hipótese de que a diversidade e composição da comunidade liquênica é positivamente afetada por fatores ambientais como abertura do dossel (luminosidade incidente), pH, umidade, temperatura e DAP (Diâmetro à Altura do Peito, de 130 cm).

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A área escolhida para a pesquisa é uma Unidade de Conservação (UC) Estadual, o Monumento Natural (MONA) Grota de Angico com cerca de 2.183 ha, situada no alto sertão sergipano. A UC situa-se às margens do rio São Francisco, entre os municípios de Canindé do São Francisco e Poço Redondo ($9^{\circ} 41'S$ e $38^{\circ} 31'W$), distante 200 km da capital Aracaju (Figura 1).

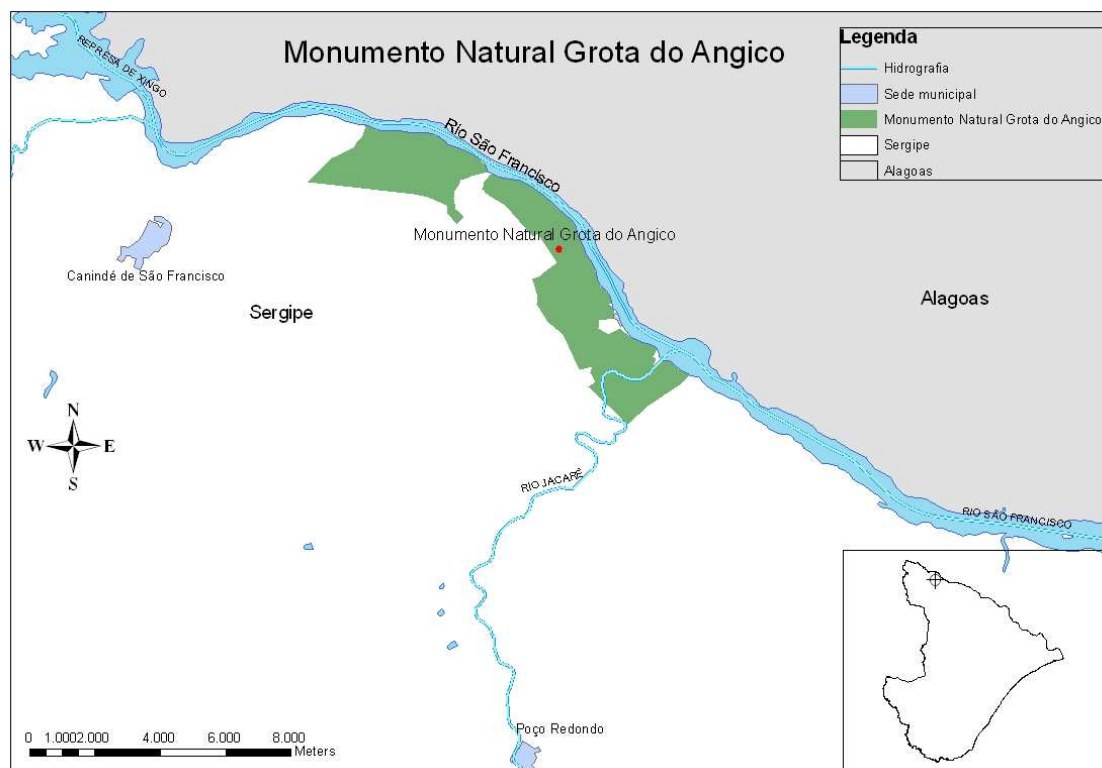


Figura 12. Localização do MONA Grota do Angico. Imagem: Sidney Feitosa Gouveia.

A área possui uma vegetação hiperxerófila arbóreo-arbustiva (Figura 2), clima Tropical Semi-Árido Quente e precipitação anual média de 500 mm (Ab'Saber 1974).



Figura 13. Caatinga arbóreo-arbustiva no MONA Grota do Angico. Foto: Robert Lücking.

Amostragem

Seleção das árvores

Foram demarcados 15 pontos de amostragem ao longo do MONA Gota do Angico (Figura 3) nos quais foram escolhidas aleatoriamente 27 árvores (forófitos) com um DAP (Diâmetro à Altura do Peito, 130 cm) mínimo de 03 cm.

O georreferenciamento dos diferentes pontos de coleta foi realizado com GPS Garmin (modelo 60CSx) e com base nesses dados foram gerados os mapas da área de estudo.

A coleta de dados foi realizada nos meses de Fevereiro, e de Junho a Setembro de 2011.

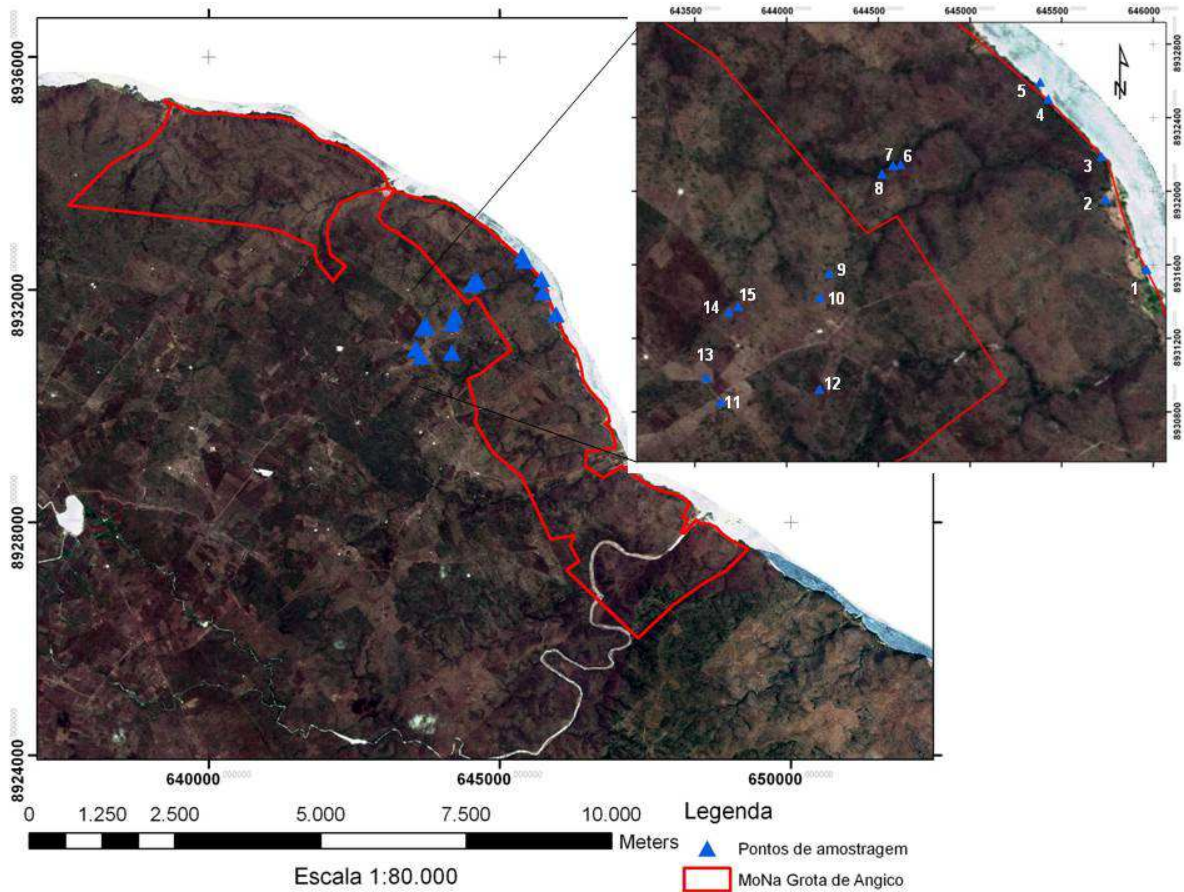


Figura 14. Mapa do MONA Grota do Angico, com destaque para os pontos de amostragem.

Coleta do material vegetal

O levantamento florístico foi realizado para a identificação das árvores nas quais foram coletados líquens em seu córtex (forófitos).

Este procedimento consistiu de coleta de material reprodutivo ou estéril das árvores coletadas, de acordo com as normas usuais sugeridas por Mori *et al.* (1989). A identificação dos exemplares foi realizada *a priori*, em campo, com ajuda de mateiro experiente da região, quando foi anotado o nome popular das árvores. A taxonomia foi realizada com auxílio de chaves taxonômicas e através da comparação com exsicatas do Herbário da Universidade Federal de Sergipe (ASE), local onde as mesmas foram depositadas.

O sistema de classificação das espécies adotado foi o APG III (2009), enquanto que a grafia das espécies foi verificada no banco de dados do Missouri Botanical Garden (2010) e Forzza *et al.* (2010).

Mapeamento e identificação dos líquens

Para amostragem dos líquens, o primeiro passo foi visualização dos mesmos nas 37 árvores (unidade amostral) selecionadas aleatoriamente. Durante a coleta foi afixado no córtex destas árvores um cordão barbante de 1,5 m, a 30 cm acima do solo, e realizada a amostragem de todos os talos liquênicos que ficaram sob o cordão.

As amostras dos talos liquênicos foram coletadas com o auxílio de faca e martelo (Figura 4), e acondicionadas em sacos de papel onde foi identificado o número dos forófitos.



Figura 15. Coleta de líquens corticícolos com faca e martelo. Foto: Marcela Cáceres.

Após cada coleta, as amostras de líquens foram colocadas em prensas botânicas (Figura 5), onde secaram em temperatura ambiente por uma semana. Este procedimento é realizado para que os talos liquênicos (os quais contém as estruturas reprodutivas) com o substrato (casca de árvore) não deforme ou enrole, dificultando o seu estudo e manuseio posterior.



Figura 16. Prensas botânicas para secagem do material coletado. Foto: Marcela Cáceres.

Em laboratório, cada amostra foi colada em um pedaço de papel cartão de 14 x 09 cm (Figura 6), que corresponde à exsicata, na qual foi registrado também o local, data de coleta, número da amostra, da árvore e da parcela.



Figura 17. Exsicatas com material coletado. Foto: Marcela Cáceres.

Cada exsicata foi analisada sob microscópio estereoscópico modelo Leica EZ4, onde foram realizadas observações morfológicas detalhadas de estruturas de valor taxonômico, como a forma e superfície do talo, presença, tipo e forma de estruturas reprodutivas (ascomas, sorédios e isídios), tipo e cor da margem apotecial e do disco, tipo de peritécios (agrupados ou

solitários) e coloração (Cáceres 2007; Nash 2008), seguido de cortes à mão livre com lâminas de aço.

O material cortado foi colocado em uma gota de água destilada entre lâmina e lamínula para observação, em microscópio óptico, de esporos, paráfises e reações químicas (com aplicação de hidróxido de potássio - KOH - a 10 % e Lugol a 2%).

A identificação, sempre que possível, foi realizada ao nível taxonômico de espécie, com base nos trabalhos de Cáceres & Lücking (2000), Cáceres (2007) Lücking *et al.* (2009), Staiger (2002) e demais literatura para grupos taxonômicos específicos.

Coleta de dados abióticos (variáveis ambientais)

a) DAP e Abertura do dossel

O CAP (Circunferência à Altura do Peito, de 1,30 m) foi obtido com fita métrica, através da medição da circunferência do tronco do forófito amostrado e depois transformado em DAP, através da fórmula:

$$\text{Diâmetro} = \frac{\text{Circunferência}}{\pi}$$

Para obtenção dos dados da abertura do dossel (*Canopy openness*) e sua influência na composição da comunidade liquênica, foram realizadas fotografias hemisféricas utilizando uma câmera fotográfica digital Sony H20 com 10 Megapixels, acoplada a uma lente “olho de peixe”, modelo FCE9, que fornece a abertura do dossel em 180°. Foram tiradas fotos hemisféricas de cada forófito, sempre no início da manhã ou no final da tarde. As imagens foram capturadas com a lente posicionada para o céu, encostada no tronco, voltada para a face coletada (Figura 7).



Figura 18. Fotografia hemisférica retirada com a lente “olho de peixe” (em 04/09/2011).

As fotografias foram analisadas através do *software* GLA (*Gap Light Analyzer* Version 2.0, licença *freeware*). No programa, a fotografia gera uma imagem em preto e branco onde as partes brancas correspondem à incidência luminosa e as negras, à vegetação (Figura 8).



Figura 19. Imagem trabalhada (“threshold”) no programa GLA, correspondente a Figura 18.

b) pH

A medição do pH das cascas de todos os forófitos foi realizada ainda em campo seguindo-se a metodologia sugerida por Farmer *et al.*(1990), que consiste em pulverizar água destilada na superfície da árvore a ser amostrada e em seguida realizar a medição. Este procedimento foi feito com o pHmetro (Hanna HI 99181), acoplado a um eletrodo de ponta plana específico para superfície (*flat tip* – Hanna HI1414). Após cerca de 30s o aparelho estabiliza o valor e os dados do pH da casca podem ser coletados.

c) Temperatura e umidade

A temperatura e a umidade foram medidas com termohigrômetro (HTC1), no momento em que foi realizada a coleta dos líquens.

Análise dos dados

A riqueza de espécies foi considerada como o número total de espécies de líquens amostradas. A abundância de líquens foi considerada como o número total de talos liquênicos coletados em todos os forófitos.

A fim de testar a hipótese levantada neste trabalho, as análises estatísticas foram realizadas através técnicas de ordenação e agrupamento, as quais foram realizadas no *software* PAST – PAleontological STatistics versão 2.13, licença *freeware* – (Hammer & Harper *et al.* 2001).

Contudo, para desenvolver algumas análises, foi necessário recorrer à transformação dos dados, visto que as variáveis ambientais coletados estavam em diferentes escalas de medida. Seguiu-se a padronização dos dados, a partir do trabalho de Campana *et al.* (2010).

Como a transformação, para a Análise por Componentes Principais (CPs), é fundamentada no coeficiente de variação (CV) das variáveis em questão. De acordo com os autores, a escolha do CV é justificada por este ser uma medida mais apropriada da variabilidade relativa dos dados, nos casos em que as variáveis estão em diferentes escalas de medida. A transformação dos dados foi feita da seguinte maneira:

$$Z_{ij}^* = Z_{ij} \times CV_j, \text{ para } i \text{ de } 1 \text{ a } n; \text{ e } j \text{ de } 1 \text{ a } p \text{ observações;} \quad (1)$$

Onde:

Z_{ij}^* é o valor da *i-ésima* observação da variável X_j transformada;

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \mu_j}{\sigma_j} \quad \text{é o valor da } i\text{-ésima observação da variável } X_j \text{ padronizada;} \quad (2)$$

X_{ij} é o valor da *i-ésima* observação da variável X_j ;

μ_j é a média da variável X_j ; e σ_j é o desvio-padrão da variável X_j ;

$$CV_j = \frac{\sigma_j}{\mu_j} \quad \text{é o Coeficiente de Variação da variável } X_j; \quad (3)$$

Finalmente, substituindo (2) e (3) em (1), tem-se:

$$Z_{ij}^* = \frac{X_{ij} - \mu_j}{\mu_j} \quad (4)$$

Assim, as variáveis transformadas adquiriram uma mesma escala de medida, com médias iguais a zero, variâncias diferentes de um e ajustadas a seus CVs.

Técnicas de ordenação

Com o intuito de reduzir a dimensionalidade dos dados e facilitar a interpretação dos resultados, utilizou-se PCA (Análise de Componentes Principais) e NMDS (Escalonamento Multidimensional Não-Métrico).

PCA

A utilização desta técnica teve o objetivo de produzir um gráfico que ordenasse as unidades amostrais (forófitos) a partir dos dados das variáveis ambientais. A PCA origina variáveis hipotéticas, eixos de ordenação, que expliquem a maior quantidade possível de variação dos dados, a partir de combinações lineares das variáveis originais (Davis 1986; Harper 1999).

Os eixos de ordenação, também chamados de Componentes Principais, são independentes entre si, de modo que o primeiro eixo representa a maior variação nos dados, pois possui as variáveis que mais os diferencia (Ilin & Raiko 2010). Deste modo, consegue-se uma redução do número de variáveis para apenas 02. Ao ranquear a importância das variáveis, é possível utilizar apenas aquelas que mais se correlacionam entre si, os dois primeiros componentes.

A PCA foi realizada utilizando-se uma matriz de variância e covariância, com todas as variáveis normalizadas anteriormente através de seus desvios padrões, conforme já descrito. Fez-se também “Scree Plot”, um diagrama dos autovalores, com intervalos de confiança de 95%, utilizando Bootstrap (1000 repetições). Com auxílio do descritor Broken stick, este gráfico referencia as variáveis significantes para a interpretação da PCA.

NMDS

De forma geral, o NMDS mostra a distância entre os pontos amostrais, onde os mais próximos são mais similares e os mais distantes têm maior dissimilaridade. Assim, se duas amostras tinham um valor baixo de distância, espera-se que no diagrama estas duas amostras estarão posicionadas em locais próximos uma da outra. A fidelidade da representação gráfica é dada pelo valor do stress. O stress (*STandardized RESidual Sum of Squares*), é uma medida da diferença entre as distâncias plotadas no diagrama e as distâncias originalmente coletadas em campo. Assim, quanto menor este valor, melhor estarão representadas as distâncias originais (Melo 2008; Melo & Hepp 2008).

Em relação a outros métodos de ordenação, o NMDS é o mais robusto (Minchin 1987) e apresenta vantagens importantes como não pressupor relações lineares entre variáveis, ser flexível no uso de medidas de distância e permitir o cálculo da significância estatística de seus eixos (McCune & Grace 2002).

Para gerar o gráfico da NMDS empregou-se como coeficiente a distância euclidiana relativa. Esta análise foi feita baseada no resultado da PCA, utilizando apenas as variáveis que mais se correlacionaram entre si.

Técnicas de agrupamento

Análise de Cluster

Esta técnica foi empregada para avaliar a similaridade entre os 27 forófitos que continham líquens em seu córtex. Desta forma, foram gerados dois tipos de dendrograma, o primeiro, a partir dos dados da abundância absoluta das espécies de líquens, e o segundo, com os dados das variáveis que mais se correlacionaram entre si de acordo com o resultado da PCA.

RESULTADOS

Composição da comunidade liquênica

Foram analisados 2.127 espécimes de líquens e identificados 53 táxons, distribuídos em 13 famílias e 28 gêneros (Tabela 2).

Tabela 3. Espécies de líquens encontradas no MONA Grota do Angico.

Família	Gênero	Espécie de líquen	
Arthoniaceae	<i>Arthonia</i>	<i>Arthonia</i> sp.1 Ach.	
		<i>Arthonia</i> sp.2 Ach.	
		<i>Arthonia</i> aff. <i>cinnabarina</i> (DC.) Wallr.	
		<i>Arthonia complanata</i> Fée	
		<i>Stirtonia albovenica</i> Makhija & Patw.	
Arthopyreniaceae	<i>Arthopyrenia</i>	<i>Arthopyrenia cinchonae</i> (Ach.) Müll. Arg.	
Caliciaceae	<i>Amandinea</i>	<i>Amandinea multispora</i> (Kalb & Vězda) Marbach	
		<i>Cratiria</i>	<i>Cratiria obscurior</i> (Stirt.) Marbach & Kalb
		<i>Dirinaria</i>	<i>Dirinaria leopoldii</i> (Stein) D.D. Awasthi
		<i>Hafellia</i>	<i>Hafellia bahiana</i> (Malme) Sheard
			<i>Hafellia curatellae</i> (Malme) Marbach
	<i>Stigmatochroma</i>	<i>Stigmatochroma gerontoides</i> (Stirt.) Marbach	
Chrysothricaceae	<i>Chrysothrix</i>	<i>Chrysothrix chlorina</i> (Ach.) J.R. Laundon	
Graphidaceae	<i>Fissurina</i>	<i>Fissurina mexicana</i> (Zahlbr.) Lücking & Rivas Plata	
		<i>Glyphis</i>	<i>Glyphis scyphulifera</i> (Ach.) Staiger
		<i>Glyphis substriatula</i> (Nyl.) Staiger	
	<i>Graphis</i>	<i>Graphis dendrogramma</i> Nyl.	
		<i>Graphis leptoclada</i> Müll. Arg.	
<i>Graphis librata</i> C. Knight			
<i>Graphis lineola</i> Ach.			
	<i>Graphis pinicola</i> Zahlbr.		
	<i>Graphis stipitata</i> A.W. Archer		

		<i>Graphis stellata</i> Cáceres & Lücking
		<i>Graphis submarginata</i> Lücking
Haematommataceae	<i>Haematomma</i>	<i>Haematomma infusum</i> (Stirt.) R.W. Rogers
		<i>Haematomma persoonii</i> (Fée) A. Massal.
Lecanoraceae	<i>Lecanora</i>	<i>Lecanora achroa</i> Nyl.
		<i>Lecanora caesiorubella</i> Ach.
		<i>Lecanora coronulans</i> Nyl.
		<i>Lecanora helva</i> Stizenb.
		<i>Lecanora hypocrocina</i> Nyl.
		<i>Lecanora symmicta</i> (Ach.) Ach.
		<i>Lecanora tropica</i> Zahlbr.
	<i>Ramboldia</i>	<i>Ramboldia haematites</i> (Fée) Kalb, Lumbsch & Elix
		<i>Ramboldia russula</i> (Ach.) Kalb, Lumbsch & Elix
	<i>Traponora</i>	<i>Traponora asterella</i> Aptroot
Parmeliaceae	<i>Parmotrema</i>	<i>Parmotrema</i> sp. A. Massal.
	<i>Pertusaria</i>	<i>Pertusaria</i> aff. <i>dehiscens</i> DC.
		<i>Pertusaria dehiscens</i> Müll. Arg.
		<i>Pertusaria flavens</i> Nyl.
		<i>Pertusaria quassiae</i> (Fée) Nyl.
		<i>Pertusaria wulfenoides</i> B. de Lesd.
Pyrenulaceae	<i>Pyrenula</i>	<i>Pyrenula anomala</i> (Ach.) A. Massal.
Roccellaceae	<i>Enterographa</i>	<i>Enterographa subquassiaecola</i> Cáceres & Lücking
	<i>Opegrapha</i>	<i>Opegrapha</i> cf. <i>aperiens</i> Ach.
Thelotremataceae	<i>Chapsa</i>	<i>Chapsa velata</i> (Müll. Arg.) Cáceres & Lücking
	<i>Leucodecton</i>	<i>Leucodecton occultum</i> (Eschw.) Frisch
	<i>Ocelularia</i>	<i>Ocelularia</i> aff. <i>praestans</i>
Trypetheliaceae	<i>Polymeridium</i>	<i>Polymeridium proponens</i> (Nyl.) R.C. Harris
	<i>Pseudopyrenula</i>	<i>Pseudopyrenula subnudata</i> Müll. Arg.
	<i>Trypethelium</i>	<i>Trypethelium ochroleucum</i> (Eschw.) Nyl.
NI	NI	Spec. Sorediado

NI – Não identificado.

As famílias mais abundantes foram Graphidaceae, com 11 espécies e três gêneros, seguida de Lecanoraceae, com nove espécies e dois gêneros. Os táxons mais abundantes foram *Lecanora achroa*, *Crhysotrix chlorina*.

Os forófitos nos quais foram coletados líquens pertenciam a 11 espécies, distribuídas em 08 famílias (Tabela 2).

Tabela 4. Relação dos forófitos, com seus respectivos nomes populares, nos quais foram coletados líquens no MONA Grota do Angico, Sergipe.

Família	Espécie	Nome popular
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Aroeira-do-sertão
	<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	Braúna
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyriformium</i> Mart.	Pereiro
Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	Craibeira
Celastraceae	<i>Maytenus rigida</i> Mart.	Bom-nome
Fabaceae-Caesalpinioideae	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	Pau-ferro
	<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P. Queiroz	Catingueira
	<i>Pisonia tomentosa</i> Casar.	João-mole
Nyctaginaceae	<i>Pisonia tomentosa</i> Casar.	João-mole
Rhamnaceae	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Juazeiro
Rubiaceae	<i>Machaonia brasiliensis</i> (Hoffmanns. ex Humb.) Cham. & Schltdl.	Quixabeira-branca
	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	Jenipapo-bravo

A relação entre quais líquens foram coletados sob o tronco de quais forófitos mostra que *Poincianella pyramidalis* e *Aspidosperma pyriformium* foram os forófitos que tiveram mais ocorrência de talos líquênicos em seus córtices (tabela 3).

Tabela 5. Ocorrência dos líquens por forófito amostrado. **1** - *Ziziphus joazeiro*, **2** - *Machaonia brasiliensis*, **3** - *Myracroduron urundeuva*, **4** - *Tabebuia aurea*, **5** - *Maytenus rigida*, **6** - *Schinopsis brasiliensis*, **7** - *Tocoyena formosa*, **8** - *Poincianella pyramidalis*, **9** - *Aspidosperma pyrifolium*, **10** - *Libidibia ferrea* e **11** - *Pisonia tomentosa*.

Espécies de líquens/ Forófitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Amandinea multispora</i>										x	
<i>Arthonia</i> sp. 1										x	
<i>Arthonia</i> sp. 2								x			
<i>Arthonia</i> aff. <i>cinnabarina</i>								x	x		x
<i>Arthonia complanata</i>								x			
<i>Arthopyrenia cinchonae</i>								x		x	
<i>Chapsa velata</i>				x				x	x		
<i>Chrysothrix chlorina</i>	x		x	x		x		x	x	x	x
<i>Cratiria obscurior</i>				x				x	x	x	
<i>Dirinaria leopoldii</i>								x			
<i>Enterographa subquassiaecola</i>									x		
<i>Fissurina mexicana</i>								x			
<i>Glyphis scyphulifera</i>				x				x	x		x
<i>Glyphis substriatula</i>									x		
<i>Graphis dendrograma</i>								x			
<i>Graphis leptoclada</i>									x		
<i>Graphis librata</i>								x	x		
<i>Graphis lineola</i>				x				x	x		
<i>Graphis pinicola</i>				x			x	x	x		x
<i>Graphis stipitata</i>								x	x		
<i>Graphis stellata</i>								x			
<i>Graphis submarginata</i>				x	x	x			x		
<i>Haematomma infusum</i>								x			
<i>Haematomma persoonii</i>	x							x	x	x	x

<i>Hafellia bahiana</i>				X			X	X	X
<i>Hafellia curatellae</i>							X	X	
<i>Lecanora achroa</i>	X		X	X		X	X	X	X
<i>Lecanora caesiorubella</i>							X	X	X
<i>Lecanora coronulans</i>								X	
<i>Lecanora helva</i>	X	X	X	X		X	X	X	X
<i>Lecanora hypocrocina</i>							X	X	X
<i>Lecanora symmicta</i>							X		X
<i>Lecanora tropica</i>							X	X	X
<i>Leucodecton occultum</i>				X			X	X	
<i>Ocellularia aff. praestans</i>				X			X		
<i>Opegrapha cf. aperiens</i>				X					
<i>Parmotrema sp.</i>							X		
<i>Pertusaria aff. dehiscens</i>					X				
<i>Pertusaria dehiscens</i>				X			X		
<i>Pertusaria flavens</i>				X			X	X	X
<i>Pertusaria quassiae</i>							X	X	X
<i>Pertusaria wulfenioides</i>							X	X	X
<i>Polymeridium proponens</i>				X		X	X	X	X
<i>Pseudopyrenula subnudata</i>				X			X	X	
<i>Pyrenula anomala</i> (Ach.) A. Massal.								X	
<i>Ramboldia haematites</i>							X		
<i>Ramboldia russula</i>								X	
Spec. (sorediado)	X						X	X	
<i>Stigmatochroma gerontoides</i>			X	X		X	X	X	X
<i>Stirtonia albovenica</i>	X						X	X	X
<i>Traponora asterella</i>									X
<i>Trypethelium ochroleucum</i>							X		X

Das espécies registradas neste trabalho, *Fissurina mexicana*, *Graphis leptoclada*, *Graphis pinicola*, *Graphis stipitata*, *Graphis streimannii*, *Graphis substriatula*, *Haematomma infusum*, *Lecanora symmicta*, *Lecanora tropica*, *Stirtonia albovenica*, *Traponora asterella*, são novos registros para o Brasil.

Ainda, *Arthopyrenia cinchonae*, *Graphis lineola*, *Graphis pinicola*, *Graphis stipitata*, *Graphis submarginata*, *Amandinea multispora*, *Graphis librata*, *Ramboldia haematites*, *Opegrapha cf. aperiens* são novos registros para a região Nordeste.

Chapsa velata, *Dirinaria leopoldii*, *Enterographa subquassiaecola*, *Graphis aff. Furcata*, *Graphis dendrograma*, *Graphis glaucescens*, *Graphis pavoniana*, *Graphis pilarensis*, *Graphis submarginata*, *Hafellia bahiana*, *Leucodecton occultum*, *Ocellularia aff. praestans*, *Polymeridium proponens*, *Pyrenula anômala* e *Ramboldia russola* representam novos registros para o estado de Sergipe.

Diversidade da comunidade liquênica

PCA

A Análise de Componentes Principais mostrou que as variáveis mais explicativas, as que mais se correlacionaram com a abundância de líquens, foram Abertura do dossel e DAP (Figura 9).

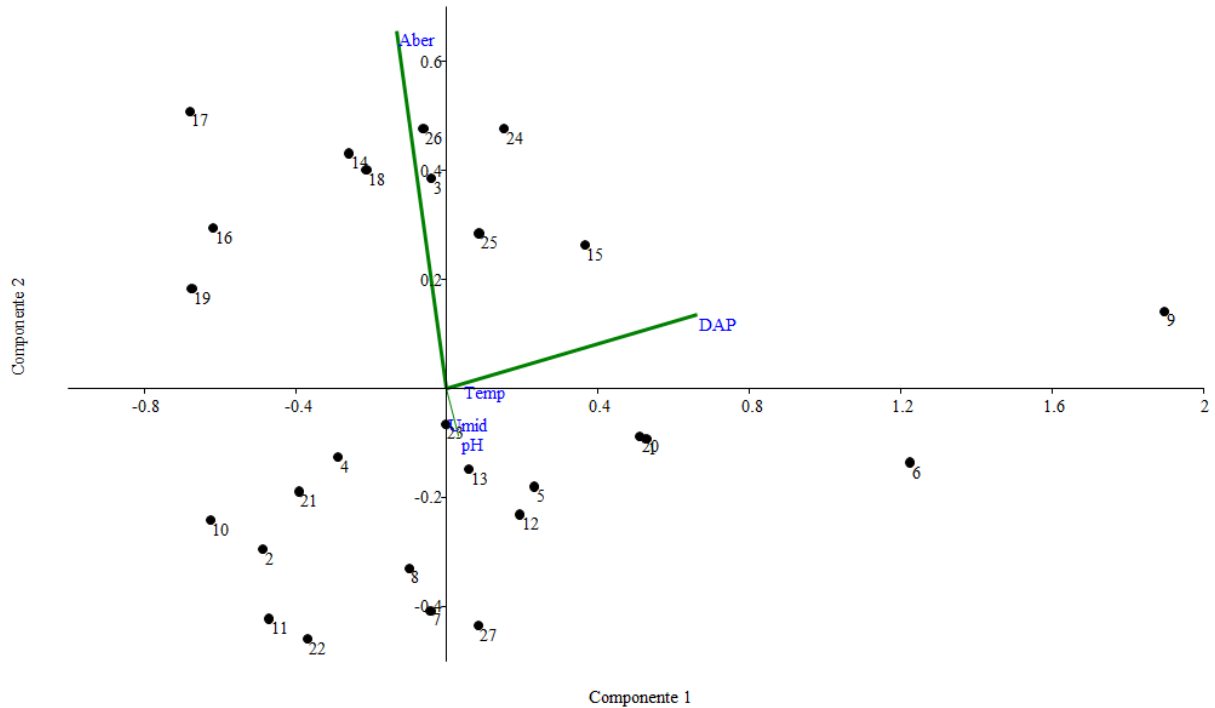


Figura 20. PCA com as variáveis ambientais (em azul) e os 27 forófitos (pontos pretos). Os dois Componentes Principais com maiores autovalores tiveram seus vetores (linhas em verde) destacados. Aber = Abertura do dossel; DAP = Diâmetro à Altura do Peito, de 130 c

Os dois primeiros Componentes (Abertura do dossel e DAP, respectivamente) juntos, explicaram 95% da variação dos dados (Tabela 4). Os demais Componentes explicaram 2,12% (pH), 1,72% (umidade) e 1,21 (temperatura), totalizando apenas 5,04%. Contudo, visto que a explicação da variação dos dados do segundo Componente foi de apenas 22,8%, optou-se por excluí-lo das análises.

Tabela 4. Valores dos Componentes Principais (CP), com seus respectivos autovalores e a variação dos dados, em porcentagem, explicada por cada um.

CP	Autovalor	Varição (%)
1	0.33	72.16
2	0.10	22.80
3	0.01	2.12
4	0.01	1.72
5	0.01	1.21

O número de componentes significativos também pode ser visualizado através do Scree plot, utilizando o descritor Bootstrap (95% de confiança) (Figura 10).

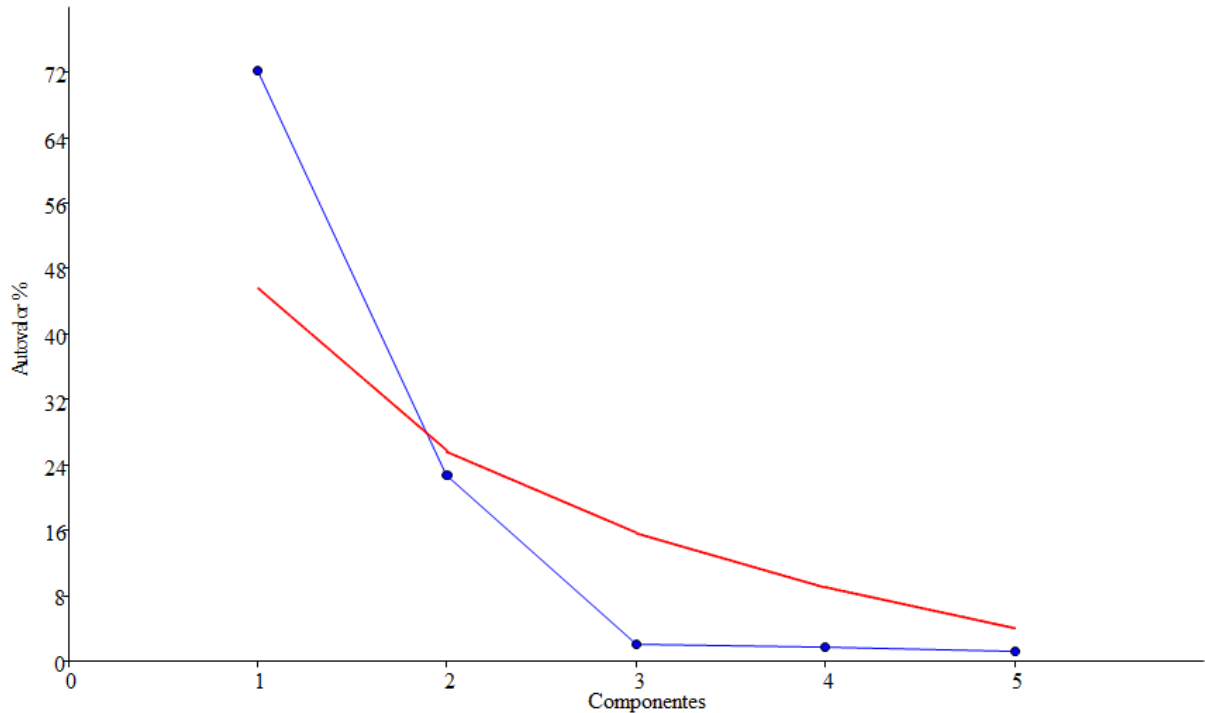


Figura 21. Scree plot dos autovalores, em porcentagem, mostrando o intervalo de confiança de Bootstrap (95%), em vermelho.

Este diagrama corrobora que a maior importância na explicação da variação dos dados é dada pelo primeiro Componente.

NMDS

O NMDS gerado com base nos dados de abertura do dossel obteve stress de 0,12. Ocorre a formação de subgrupos que estão alinhados numa direção. O diagrama mostrou a formação de um primeiro agrupamento maior composto pelos forófitos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 16 e 27. Os forófitos 10 e 13 também se agrupam entre si e observa-se, ainda, uma menor distância entre os forófitos 15, 18 e 19. Os pontos que mais se distanciam são 17, 23, 24, 25 e 26 (Figura 11).

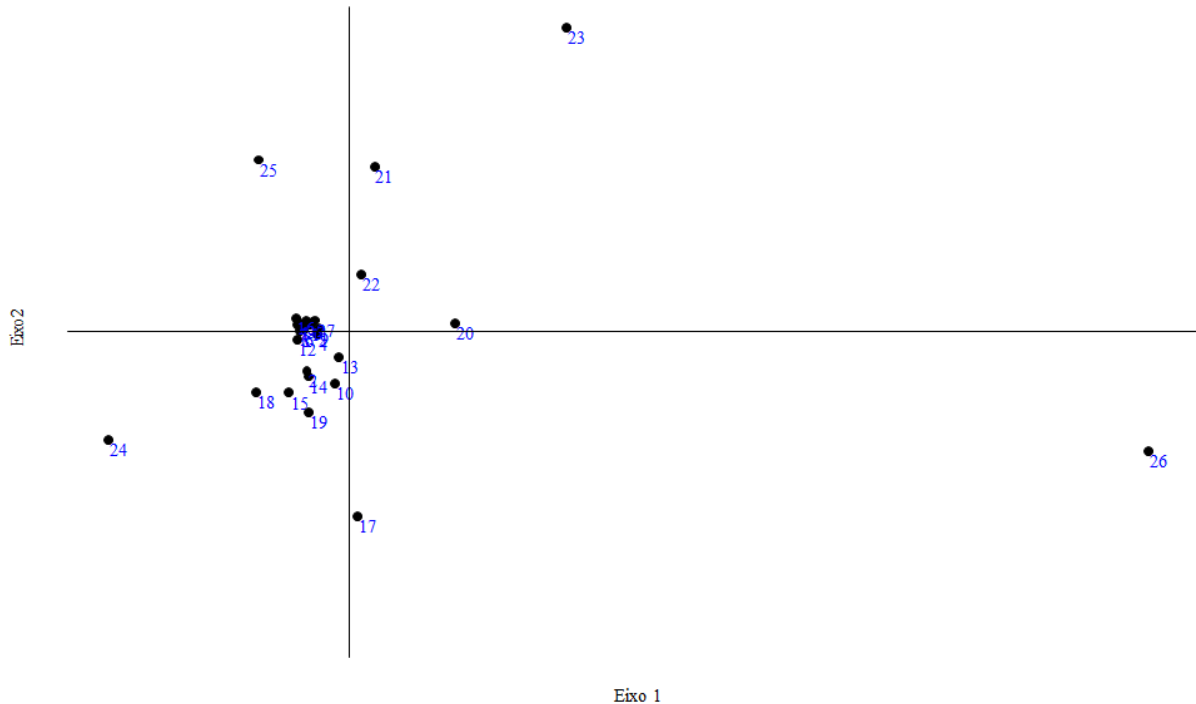


Figura 22. NMDS feito a partir dos valores de abertura do dossel com base na distância euclidiana. Os números azuis representam os forófitos amostrados: 1 e 3 - *Ziziphus joazeiro*; 2 - *Machaonia brasiliensis*; 4, 8, 9, 10, 16, 17, 19, 20, 21 e 22 - *Poincianella pyramidalis*; 5 - *Myracroduron urundeuva*; 6 e 13 - *Tabebuia aurea*; 7 - *Maytenus rigida*, 11 - *Schinopsis brasiliensis*; 12 - *Tocoyena formosa*; 14,15, 18, 23 e 27 - *Aspidosperma pyriformium*; 24 e 25 - *Libidibia ferrea* e 26 - *Pisonia tomentosa*.

A maioria dos forófitos do primeiro agrupamento apresentam valores de abertura do dossel entre 13 e 16%. Os forófitos 10 e 13, que aparecem muito próximos no diagrama, possuem valores de abertura do dossel de 18,92 % e 18,18%, respectivamente. E os forófitos 15, 18 e 19, uma média de 28,53%. Os pontos mais distantes apresentam uma abertura do dossel média de 43,38%. Entretanto, os forófitos com maior abundância de líquens foram 27, 20, 21, 23, 5, 3, 13, 26 e 6.

O primeiro – e maior – agrupamento reuniu 23 táxons de líquens: *Arthonia* aff. *cinnabarina*, *Arthonia* sp.2, *Chapsa velata*, *Chrysothrix chlorina*, *Cratiria obscurior*, *Glyphis scyphulifera*, *Graphis lineola*, *Graphis pinicola*, *Graphis stellata*, *Graphis submarginata*, *Haematomma personii*, *Hafellia bahiana*, *Lecanora achroa*, *Lecanora helva*, *Lecanora hypocrocina*, *Opegrapha* cf. *aperiens*, *Pertusaria* aff. *dehiscens*, *Pertusaria flavens*, *Polymeridium proponens*, *Pseudopyrenula subnudata*, Spec. (sorediado), *Stigmatochroma gerontoides* e *Stirtonia albovenica*.

O segundo agrupamento, formado por apenas dois forófitos (10 e 13), reuniu 18 táxons: *Arthonia* sp.2, *Chapsa velata*, *Chrysothrix chlorina*, *Fissurina mexicana*, *Glyphis scyphulifera*, *Graphis lineola*, *Graphis pinicola*, *Graphis submarginata*, *Hafellia bahiana*,

Lecanora achroa, *Lecanora helva*, *Leucodecton occultum*, *Ocellularia aff. praestans*, *Pertusaria dehiscens*, *Pertusaria flavens*, *Polymeridium proponens*, *Stigmatochroma gerontoides* e *Traponora asterella*. Estes dois grupamentos compartilham a presença em comum de 14 táxons de líquens.

No grupo composto pelos forófitos 15, 18 e 19 encontram-se 10 táxons: *Arthonia aff. cinnabarina*, *Glyphis scyphulifera*, *Graphis pinicola*, *Haematomma infusum*, *Lecanora achroa*, *Leucodecton occultum*, *Polymeridium proponens*, *Pseudopyrenula subnudata*, *Pyrenula anomala* e *Stirtonia albovenica*.

Os três agrupamentos citados anteriormente compartilham a presença de apenas quatro espécies: *Glyphis scyphulifera*, *Graphis pinicola*, *Lecanora achroa* e *Polymeridium proponens*.

Os pontos mais distantes dos demais no digrama apresentaram uma variação de abertura do dossel entre 33,17% e 53,19%. As espécies mais comuns foram *Chrysothrix chlorina*, *Graphis pinicola*, *Haematomma personii*, *Lecanora achroa*, *Lecanora hypocrocina*, *Pertusaria flavens*, *Pertusaria quassiae*, *Pertusaria wulfenioides* e *Polymeridium proponens*.

Análise de Cluster

A análise de cluster baseada nos dados de abertura do dossel (Figura 12) apresenta resultados semelhantes aos encontrados no NMDS que avaliou a mesma variável.

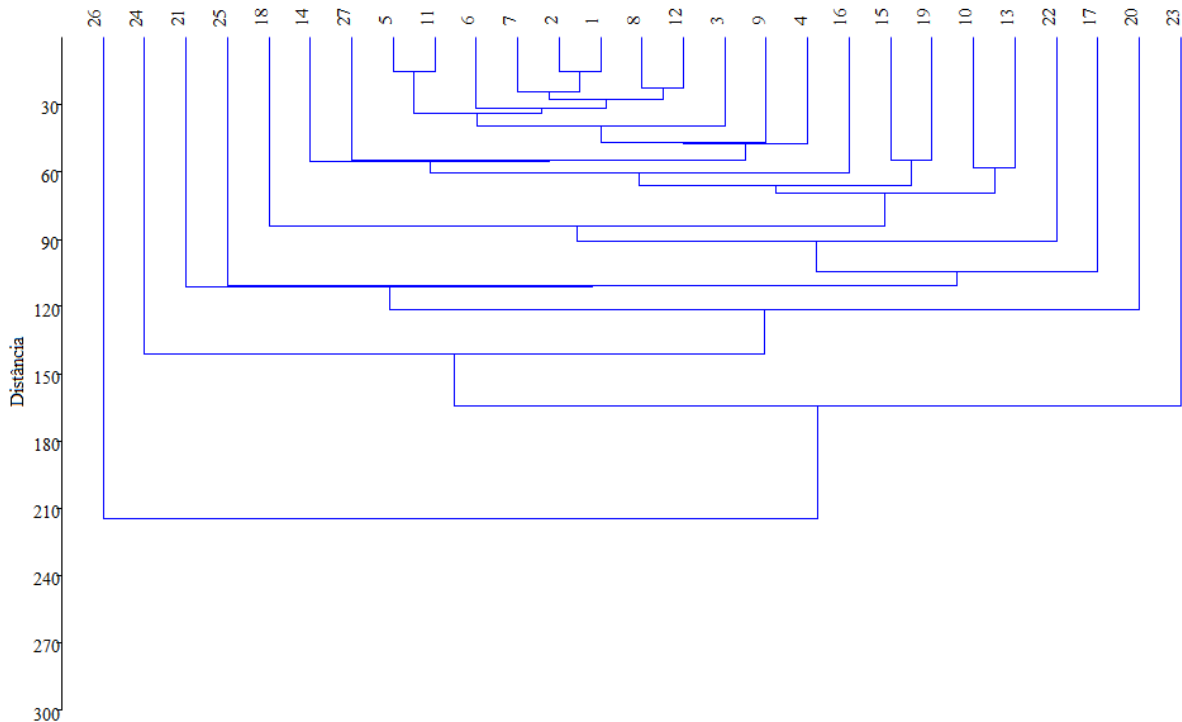


Figura 23. Cluster feito a partir dos valores da abertura do dossel, com base na distância euclidiana. Os números azuis representam os forófitos amostrados: 1 e 3 - *Ziziphus joazeiro*; 2 - *Machaonia brasiliensis*; 4, 8, 9, 10, 16, 17, 19, 20, 21 e 22 - *Poincianella pyramidalis*; 5 - *Myracroduron urundeuva*; 6 e 13 - *Tabebuia aurea*; 7 - *Maytenus rigida*, 11 - *Schinopsis brasiliensis*; 12 - *Tocoyena formosa*; 14,15, 18, 23 e 27 - *Aspidosperma pyrifolium*; 24 e 25 - *Libidibia ferrea* e 26 - *Pisonia tomentosa*.

Observa-se que os pontos 23, 20, 17, 24 e 26 são os mais distantes dos demais. Ocorre a formação de pares de grupos mais próximos nos forófitos 13 e 10, 19 e 15 e um grupo maior com os forófitos 12, 8, 1, 2, 7, 6, 11 e 5. Assim como no NMDS, os pontos que mais se distanciam dos demais são 23, 24 e 26. Porém, há diferença na distância entre alguns forófitos. No cluster, o ponto 20 aparece mais distante dos demais que o 17, enquanto que no NMDS ocorre o contrário. Contudo, nas duas análises o ponto 26 aparece como o mais distante. Este forófito apresenta valor de abertura do dossel de 53,19%. O cluster corrobora a proximidade entre os pontos 13 e 10 e 19 e 15, também encontrada no NMDS. O grupo mais aglomerado do cluster também é encontrado no NMDS, porém, com algumas diferenças. Enquanto o cluster mostra a proximidade entre os pontos 1 e 2, o NMDS mostra a proximidade do ponto 2 com o 14. De fato, os pontos 1 e 2 se aproximam mais um do outro, visto que valor de abertura do dossel desses forófitos é de 10,70% e 11,34%, enquanto do 14 é de 31,86%.

DISCUSSÃO

Os resultados da NMDS com os dados da abertura do dossel mostram que ocorre a formação de subgrupos alinhados numa direção, o que, segundo Melo & Hepp (2008), pode ser indicativo de um gradiente ambiental.

Uma possível explicação para a relação observada entre a diversidade e a abertura do dossel pode ser encontrada a partir do trabalho de Nash (2008) onde é mencionado que organismos fotossintetizantes, como os líquens apresentam íntima relação com a intensidade luminosa. Segundo Lücking (2001), em nível microclimático, a intensidade luminosa afeta a composição da comunidade.

Por serem organismos fotossintetizantes, os líquens apresentam íntima relação com a intensidade luminosa (Nash 2008) o que, em nível microclimático, afeta a composição da comunidade (Lücking 2001). Cáceres *et al.* (2008a) explicam que os líquens encontrados em ambientes áridos são mais adaptados a esta característica e também a distúrbios de natureza antrópica. Assim, preferências microclimáticas específicas resultam em diferentes comunidades de líquens (Lücking 2001). Na Costa Rica, Lücking (1998) observou forte correlação da composição de espécies de líquens foliícolas com a intensidade luminosa. Entretanto, comparando a composição de espécies de líquens crostosos em três diferentes habitats (Caatinga, Mata Atlântica e Brejos de altitude) no nordeste brasileiro, Cáceres *et al.* (2008a) encontraram ausência de correlação com esta variável. Os autores atribuíram este resultado, entre outros fatores, à forte variação nos padrões de luz observados e a ausência de grandes aberturas nos dosséis analisados.

No MONA Grota do Angico, uma composição de líquens muito semelhante ocorreu em diferentes níveis de luz. Segundo os resultados encontrados, os forófitos que possuíam maiores aberturas do dossel (entre 33,17% e 53,19%) posicionaram-se mais distantes dos demais na NMDS e, ainda, apresentaram maior riqueza de espécies de líquens que os demais. Em relação a isso, Marcelli (1998) explica que quando não há entrada de luz suficiente para permitir o crescimento de líquens, em geral, os troncos das árvores são destituídos destes. No entanto, onde a intensidade luminosa é maior, existe uma grande diversidade destes organismos (Marcelli *op. cit.*).

O presente trabalho se referenda nestes argumentos, pois a maior abundância ocorreu em condições de maior disponibilidade de luz.

Segundo Will-Wolf *et al.* (2004), o número de fungos liquenizados em uma área particular está intimamente ligado à disponibilidade de substrato e microhabitats disponíveis.

A ausência de relação entre a comunidade liquênica e as espécies arbóreas, pode ser indicativo de não haver preferência dos líquens por forófitos específicos (Eliasaro *et al.* 2009) no ambiente estudado, pois a diversidade local pode estar sendo explicada por outros fatores, como a relação entre as espécies na comunidade (Wolf 1993; Cáceres 2008a).

CONCLUSÃO

Os dados anteriormente apresentados sugerem que existe uma provável relação positiva entre abertura do dossel e a abundância de líquens. Contudo, algumas variáveis não analisadas neste trabalho como a rugosidade da casca ou a presença de lenticelas nas árvores, além de outras características da casca dos forófitos como capacidade de retenção de água e composição de nutrientes, devem estar influenciando a composição da comunidade líquênica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. 1974. **Domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras**. São Paulo, Instituto de Geografia.
- APG III. 2009. **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III**. Botanical Journal of the Linnean Society 161: 105-121.
- BENATTI, M. N.; MARCELLI, M. P. 2007. **Gêneros de fungos liquenizados dos manguezais do Sul-Sudeste do Brasil, com enfoque no manguezal do Rio Itanhaém, Estado de São Paulo**. Acta Botanica Brasilica, 21 (4): 863-878.
- CÁCERES, M.E.S. 2007. **Corticolous crustose and microfoliose lichens of northeastern Brazil**. Libri Botanici 22: 1-168.
- CÁCERES, M.E.S.; LÜCKING, R. & RAMBOLD, G. 2007. **Phorophyte specificity and environmental parameters versus stochasticity as determinants for species composition of corticolous crustose lichen communities in the Atlantic rainforest of northeastern Brazil**. Mycological Progress 6(3):117-136.
- CÁCERES, M.E.S.; LÜCKING, R. & RAMBOLD, G. 2008a. **Corticolous Microlichens in Northeastern Brazil: Habitat Differentiation Between Coastal Mata Atlântica, Caatinga and Brejos de Altitude**. The Bryologist 111(1): 98-117.
- CÁCERES, M.E.S.; LÜCKING, R. & RAMBOLD, G. 2008b. **Efficiency of sampling methods for accurate estimation of species richness of corticolous microlichens in the Atlantic rainforest of northeastern Brazil**. Biodiversity and Conservation 17: 1285-1301.
- CÁCERES, M. E. S.; & LÜCKING, R. 2000. **Three new species and one new combination of foliicolous lichens and lichenicolous fungi from the Atlantic Rainforest in Pernambuco state, Brazil**. Nova Hedwigia, (70): 217-226.
- CAMPANA, A. C. M.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; NASCIMENTO, M. 2010. **Uma proposta de transformação de dados para Análise de Componentes Principais**. Revista Brasileira de Biometria, São Paulo, 28 (2): 103-115.
- COLEY, P.D. & KURSAR, T.A. 1996. **Causes and consequences of epiphyll colonization**. In: Mulkey, S.S., Chazdon, R.L. & Smith, A.P. (eds). Tropical Forest Plant Ecophysiology. Chapman & Hall, London. 337-362.
- DAL FORNO, M. 2009. **A Família Graphidaceae (Ascomycota Liquenizados) em Restinga em Pontal do Sul, Pontal do Paraná, Paraná**. 158f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná-UFPR. Curitiba.
- DAVIS, J. C. 1986. **Statistics and Data Analysis in Geology**. John Wiley & Sons.

- DYER, L. A.; LETOURNEAU, D. K. 2007. **Determinants of Lichen Diversity in a Rain Forest Understory**. *Biotropica*, 39 (4): 525–529.
- ELIASARO, S.; VEIGA, P. W.; DONHA, C. G.; NOGUEIRA, L. 2009. **Inventário de macrolíquens epífitos sobre árvores utilizadas em arborização urbana em Curitiba, Paraná, Brasil: subsídio para biomonitoramento urbano**. *Biotemas (UFSC)*, 22: 1-8.
- FARMER, A.M., BATES, J.W. & BELL, J.N.B. 1990. **A comparison of methods for the measurement of bark pH**. *Lichenologist*, 22: 191-19.
- FORZZA *et al.* 2010. **Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010>. Acesso em 23/11/2011.
- GRUBE, M. & KROKEN, S. 2000. **Molecular approaches and the concept of species and species complexes in lichenized fungi**. *Mycological Research* 104:1284-1294.
- HALE, M. E. (1983). *The Biology of Lichens*. 3 ed. London: Edward Arnold.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; & RYAN, P. D. 2001. **PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis**. *Palaeontologia Electronica*. 4(1): 9. Disponível em: <<http://palaeo-electronica.org/2001/1/past/issue1/01.htm>>. Acesso em 15/12/2011.
- HARPER, D. A. T. (ed.). 1999. **Numerical Palaeobiology**. John Wiley & Sons.
- HAWKSWORTH, D. L. 1979. **The lichenicolous Hyphomycetes**. *Bulletin of the British Museum of Natural History*, 6: 183-300.
- HAWKSWORTH, D. L. 1981. **The lichenicolous Coelomycetes**. *Bulletin of the British Museum of Natural History*, 9: 1-98.
- HAWKSWORTH, D. L. & HILL, D. J. 1984. **The lichen-forming fungi**. Blackie, Glasgow and London: Blackie.
- KELLY, D. L.; O'DONOVAN, G.; FEEHAN, J.; MURPHY, S.; DRANGEID, S. O.; MARCANO-BERTI, L. 2004. **The epiphyte communities of a montane rain forest in the Andes of Venezuela: patterns in the distribution of the flora**. *Journal of Tropical Ecology*, 20: 643–666.
- ILIN, A. & T. RAIKO. 2010. **Practical approaches to Principal Component Analysis in the presence of missing values**. *Journal of Machine Learning Research* 11:1957-2000.
- LÜCKING, R. 1998. **Ecology of foliicolous lichens at the Botarrama trail (Costa Rica), a Neotropical rain forest**. III. Phorophyte ranges and patterns of phorophyte preferences. *Phyton (Horn)*, 38: 195–219.

- LÜCKING, R. & BERNECKER-LÜCKING, A. 2000. **Lichen feeders and lichenicolous fungi: do they affect dispersal and diversity in tropical foliicolous lichen communities?** *Ecotropica*, 6: 23-41.
- LÜCKING, R. 2001. **Lichens on Leaves in Tropical Rainforests: life in a permanently ephemeral environment.** In: *Life Forms and Dynamics in Tropical Forests*. Gerhard Gottsberger & Sigrid Liede (eds.): *Dissertationes Botanicae*. Berlin - Stuttgart. 1-37.
- MARCELLI, M. P. 1998. **Diversidade dos fungos liquenizados no Estado de São Paulo: um diagnóstico.** In: JOLY, C. A. & BICUDO, C. E. M. (eds). *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX*. FAPESP, São Paulo 2: 25-35.
- MCCUNE, B. & GRACE, J.B. 2002. **Analysis of Ecological Communities.** MjM Software Design, Gleneden Beach.
- MELO, A. S. 2008. **O que ganhamos ‘confundindo’ riqueza de espécies e equabilidade num índice de diversidade?** *Biota Neotropica*, n.8, <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/pt/abstract?article+bn00108032008>. Acesso em 12/05/2011.
- MELO, A. S. & HEPP, L. U. 2008. **Ferramentas estatísticas para análise de dados provenientes de biomonitoramento.** *Oecologia Brasiliensis* 12(3):463-486.
- MINCHIN, P. R. 1987. **An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination.** *Vegetatio* 69: 89-107.
- MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 2010. **Trópicos.** Disponível em: <http://www.tropicos.org/>. Acesso em: 23/11/2011.
- MORI, S. A. *et al.* 1989. **Manual de Manejo do Herbário Fanerogâmico.** 2º ed. Ilhéus: CEPAAC - Ministério da Agricultura.
- NASH TH III (ed.). 2008. **Lichen Biology.** Cambridge: Cambridge University Press, 303 p.
- OKSANEN, J. 1988. **Impact of habitat, substrate and microsite classes on the epiphyte vegetation: interpretation using exploratory and canonical correspondence analysis.** *Annales Botanica Fennici*, 25: 59-71.
- PURVIS, W. 2000. *Lichens.* The Natural History Museum, London. 112pp.
- SCHMITT, C. K. & N. G. SLACK. 1990. **Host specificity of epiphytic lichens and bryophytes: A comparison of the Adirondack Mountains (New York) and the southern Blue Ridge Mountains (North Carolina).** *The Bryologist*, 93: 257-274.
- SIPMAN, H. J. M. 1996. **Corticolous lichens.** In S. R. GRADSTEIN, P. Hietz, R. LÜCKING, A. LÜCKING, H. J. M. SIPMAN, H. F. M. VESTER, J. H. D. Wolf & E. GARDETTE (eds.), **How to sample the epiphytic diversity of tropical rainforests.** *Ecotropica* 2: 59-72.

- STAIGER, B. 2002. **Die Flechtenfamilie Graphidaceae**. Studien in Richtung einer natürlicheren Gliederung. Bibliotheca Lichenologica 85. Berlin, Stuttgart, J. Cramer.
- WILL – WOLF, S.; HAWKSWORTH, D L.; & MCCUNE, B. 2004. **Lichenized Fungi. In: Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods**. Elsevier Academic Press. 173-195.
- WOLF, J. H. D. 1993. **Diversity patterns and biomass of epiphytic bryophytes and lichens along an altitudinal gradient the northern Andes**. Annals of the Missouri Botanical Garden, 80:928– 960.
- WOLF, J. H. D. 2005. **The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine-oak forests in the highlands of Chiapas, Mexico**. Forest Ecology and Management, 212: 376-393.