**OS IMPACTOS DO EFEITO DE BORDA SOBRE A POPULAÇÃO DE *OCTOBLEPHARUM ALBIDUM* HEDW. (CALYMPERACEAE) EM FRAGMENTO FLORESTAL, NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, CAMPUS GUAMÁ, PA**

Marcus Vinicius de Oliveira Magno1; Henrique dos Santos Costa2; Cauet Monteiro Castro3; Gizelly Tainah Valva Alves4; Pablo Rodrigo Lacerda de Souza Filho5; Jesiane Cardoso

Miranda6; Silvia Fernanda Mardegan7

1 Estudante de Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará. marcus.magno@icb.ufpa.br

2 Estudante de Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará. henriquesantosmaria08@gmail.com

3 Estudante de Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará. cauetm.castro@gmail.com

4 Estudante de Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará. gizellyvalva.ufpa@gmail.com

5 Estudante de Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará. pablo.filho@icb.ufpa.br.com

6 Estudante de Pós-graduação em Ecologia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Universidade Federal do Pará. jesianemiranda@gmail.com

7 Doutora em Ecologia Aplicada. Universidade Federal do Pará. smardegan@ufpa.br

**RESUMO**

A Amazônia, maior floresta tropical do mundo, é fundamental para a biodiversidade global e regulação climática. Contudo, pressões humanas, como a expansão urbana, ameaçam sua integridade, resultando em desmatamento e fragmentação de habitats. As briófitas, plantas avasculares, são sensíveis a mudanças microclimáticas, e suas distribuições podem ser impactadas pelo efeito de borda. *Octoblepharum albidum* Hedw. (Calymperaceae) é uma briófita descrita como resiliente a mudanças microclimáticas, com ocorrência em ambientes antropizados. O presente trabalho teve como objetivo investigar a ocorrência de *O. albidum* no gradiente borda-interior de um fragmento florestal na Área de Proteção Ambiental da Região Metropolitana de Belém, de forma que permita avaliar os impactos da fragmentação de habitat sobre essa população. O estudo foi realizado no Parque de Ciência e Tecnologia Guamá, onde dois transectos de 70m foram estabelecidos: um na borda (0m-10m) e outro no interior (150m-160m). A ocorrência de *O. albidum* foi registrada e os espécimes foram coletados, a identificação foi confirmada por meio literatura especializada, produção de lâminas e consultas com especialistas. Oito espécimes foram coletados: sete no interior e um na borda, corroborando a hipótese de que *O. albidum* prefere ambientes sombreados e úmidos. O efeito de borda impacta negativamente a espécie, que apresenta maior ocorrência em condições microclimáticas estáveis no interior do fragmento. A fragmentação de habitats representa um desafio significativo para a conservação de briófitas nas florestas remanescentes de Belém.

**Palavras-chave:** Efeito de borda. Fragmentação ambiental. Musgos epífitos.

**Área de Interesse do Simpósio**: Avaliação de Impactos Ambientais.

# **1. INTRODUÇÃO**

A Amazônia, maior floresta tropical do planeta, abriga uma biodiversidade incomparável, com milhões de espécies vegetais e animais (Almeida, 2019). Além de sua riqueza biológica, desempenha papel crucial na regulação climática global e nos ciclos hidrológicos. Contudo, pressões humanas, como a expansão agrícola, a mineração e o crescimento urbano, ameaçam sua integridade ecológica (Godoy, 2024), resultando em desmatamento alarmante e comprometendo serviços ecossistêmicos vitais, como purificação do ar e conservação da água (Palazzo, 2012).

Entre os principais impactos está a fragmentação de habitats, que transforma áreas contínuas de floresta em fragmentos menores e isolados (Pires, 2006). Esse processo altera o equilíbrio ecológico, modificando condições que sustentam a biodiversidade (Santos, 2014). Os fragmentos sofrem o efeito de borda, onde as características microclimáticas diferem das do interior da floresta (Pintoa, 2014), resultando em maior exposição à luz, alterações na umidade e temperatura e redução da cobertura vegetal, impactando as comunidades biológicas (Begon, 2023).

As briófitas representam o segundo maior grupo de plantas terrestres, ficando atrás apenas das angiospermas (Buck e Goffinet, 2000). Elas pertencem a um grupo monofilético que inclui três divisões de plantas criptogâmicas — Marchantiophyta, Anthocerotophyta e Bryophyta — consideradas as mais simples dentro do Reino Plantae, principalmente pela ausência de sistema vascular e de cutícula epidérmica, entre outros aspectos (Shaw e Goffinet, 2000). As espécies desse grupo são particularmente vulneráveis às mudanças ambientais resultantes da fragmentação dos habitats (Alvarenga, 2007). Essas plantas não vasculares possuem adaptações que as tornam adequadas para ambientes úmidos e sombreados, dependendo bastante de condições microclimáticas estáveis (Carvalho, 2009). A fragmentação e o efeito de borda modificam drasticamente o ambiente em que essas plantas se desenvolvem, impactando sua distribuição e densidade. Devido à sua alta sensibilidade, as briófitas são amplamente usadas como bioindicadores, fornecendo informações valiosas sobre a saúde dos ecossistemas florestais (Silva, 2019).

Nesse contexto*, Octoblepharum albidum* Hedw., uma espécie de briófita da família Calymperaceae, destaca-se por sua ocorrência em florestas tropicais úmidas e em todos os estados do Brasil (Reflora, 2020; Pereira, 2009). Comumente é encontrada em regiões tropicais e subtropicais e tende a colonizar áreas sombreadas e úmidas, mas estudos recentes mostram que essa espécie tem tolerado períodos de estiagem maiores e perturbações mais intensas, sendo mais tolerantes a grandes intensidades de luz e altas temperatura (Lisboa e Iikiu-Borges, 1995; Porto, 1996; Lisboa e Ilkiu-Borges, 1996; Lisboa *et al*., 1998; Santos e Lisboa, 2003; Santos e Lisboa, 2008). Entretanto sua presença em fragmentos florestais em meio a áreas urbanizadas da Amazônia ainda é pouco conhecida. Estudar a distribuição de *O. albidum* em ambientes fragmentados, especialmente em bordas de floresta, permite uma melhor compreensão de como as briófitas respondem à fragmentação de habitat e às pressões ambientais urbanas. Gerando respostas importantes em uma realidade de expansão urbana na Amazônia, onde áreas contínuas de floresta estão sendo constantemente fragmentadas.

Portanto, o propósito deste estudo consistiu em investigar a ocorrência de *Octoblepharum albidum* no gradiente borda-interior de um fragmento florestal. O objetivo primordial foi avaliar se existe variação na ocorrência dessa espécie entre os dois locais, com auxílio da análise de como os diferentes microclimas podem influenciar positiva ou negativamente sua distribuição. Nossa hipótese central sugere que a ocorrência será maior no interior do fragmento, onde as condições de umidade e sombreamento são mais favoráveis, em comparação com a borda, onde a maior exposição à luz e variações na umidade podem limitar sua presença (Zartman, 2003).

# **2. MATERIAL E MÉTODOS**

**Área de estudo**

A área de estudo está localizada no Parque de Ciências e Tecnologia Guamá (PCT), instituição pública de pesquisa da cidade de Belém, dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) da Região Metropolitana de Belém e às margens do rio Guamá, sob as coordenadas geográficas 1°27'51.4"S e 48°26'43.1"W.

A APA da Região Metropolitana de Belém abrangendo os municípios de Belém (59,49%) e Ananindeua (40,51%) encontra-se no Bioma Amazônia, e sua paisagem natural é constituída por floresta ombrófila densa aluvial de dossel uniforme e floresta ombrófila densa de terras baixas, além de possuir área urbanizada considerável (IDEFLOR-Bio, 2024).

Foi escolhido o fragmento da APA Belém dentro do PCT por já ser um local utilizado para pesquisas de laboratórios da UFPA, com trilhas pré-existentes e fácil acesso para uma pesquisa contínua. A área é caracterizada como uma floresta ombrófila densa aluvial de dossel uniforme, com umidade média de de 73% e temperatura com média de 29,3 °C, alagando quando o nível do rio Guamá aumenta; as bordas apresentam dossel aberto com grandes árvores caídas e plantas características de áreas de recuperação, a umidade média é de 63.5% e a temperatura média é de 31,9 °C.

 o interior apresentou um microclima com temperatura amena e mais úmido, com. Já a borda teve altas temperaturas, chegando até 32,3 °C e uma umidade mais baixa, com a média de 63,7%, quase 10% a menos que o interior.

**Desenho amostral**

Para avaliação dos efeitos de interior e borda sobre a população de *O. albidum* foi considerada borda a faixa de 0 a 10 metros da margem para dentro do fragmento. Para alcançar as condições de interior, foi determinada uma distância de 150 metros a partir da borda. Apesar da distância ou extensão de influência da borda sobre as condições bióticas e abióticas mostrar tendências variáveis em alguns, a maioria indica que o efeito de borda desaparece a partir dos 50 metros (Murcia, 1995). Neste contexto, o atual estudo se baseou ainda em alguns trabalhos que abordaram a influência das bordas sobre briófitas e liquens, os quais consideraram a distância de 100 metros como referência das condições de interior (Esseen e Renhorn, 1998; Rheault *et al.,* 2003; Esseen, 2006; Belinchón *et al.,* 2007) optando pelos 150 metros como forma de evitar possíveis influências do efeito de borda. Dessa forma, dois transectos de 70m foram traçados a partir de uma trilha pré-existente, sendo um na faixa da borda (0m – 10m) e o outro no interior (150m – 160m) com o auxílio do GPS.

Ao longo dos dois transectos foi observada a ocorrência, em ambos os lados da trilha, e feita a coleta, com a direção e pontos de referências acompanhados por GPS. entre os espécimes encontrados, foram selecionados apenas aqueles com cobertura mínima de briófitas (árvores com manchas maiores ou iguais a 300cm2 cobertas por briófitas) para a amostragem dos musgos (Felfili, 2005). A coleta foi feita para a confirmação da identificação posterior, de forma a garantir que nenhum dos avistamentos fosse confundido com outra morfoespécie.

A coleta se deu em um único dia, no intervalo entre 7 e 11 horas da manhã, momento em que a maré apresentava uma baixa. Os musgos foram coletados com o auxílio de faca esterilizada e depositados em sacos de papel com a identificação para serem posteriormente analisados. A identificação foi feita através de consultas à bibliografia especializada, principalmente os trabalhos de Ilkiu (2007) e Yano e Peralta (2007), foram produzidas lâminas para melhor análise e foram feitas consultas com especialistas.

**Análise de dados**

Para cada tratamento foi registrada a ocorrência dos espécimes de *O. albidum* e o local exato da coleta, permitindo fazer o comparativo da abundância nas duas áreas.

# **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A ocorrência de *Octoblepharum albidum* foi amplamente distinta entre as duas áreas de estudo. Foram registrados sete espécimes no transecto interior e apenas um na borda, sugerindo uma clara preferência da espécie pelas condições microclimáticas do interior da floresta.

Nossa hipótese de que *Octoblepharum albidum* é mais abundante no interior do fragmento florestal, onde as condições de sombreamento e umidade são mais constantes foi corroborada. Essa observação está em linha com estudos prévios, como o de Zartman (2003), que também identificou uma correlação entre o microclima estável e a distribuição de briófitas em áreas florestais densas. A redução da umidade e o aumento da temperatura na borda parecem ter impacto direto na presença de *O. albidum*, corroborando a sensibilidade da espécie ao efeito de borda descrita por Alvarenga (2007). A presença de apenas um espécime na borda indica que as condições extremas de luminosidade e variação de temperatura representam um desafio significativo para a espécie, dificultando sua colonização

Apesar de *O. albidum* ser conhecido por sua tolerância relativa a condições mais secas e exposição à luz em comparação com outras espécies de musgos (Santos e Lisboa, 2008), os dados deste estudo sugerem que a espécie ainda apresenta uma clara preferência por ambientes interiores, onde as condições climáticas são mais estáveis e adequadas para seu crescimento. A presença da espécie na borda pode ser explicada pela sua resiliência, mas a baixa abundância observada indica que as condições extremas de temperatura e umidade limitam sua proliferação.

# **4. CONCLUSÃO**

Este estudo evidencia que a fragmentação de habitat afeta significativamente a distribuição de *O. albidum* com uma clara preferência pela área de interior do fragmento florestal em detrimento da borda. A maior presença da espécie no interior do fragmento está de acordo com a hipótese levantada, que sugeria que as condições de umidade e sombreamento no interior seriam mais propícias ao desenvolvimento da espécie. Esses resultados reforçam a sensibilidade das briófitas às mudanças microclimáticas causadas pela fragmentação florestal, especialmente em ambientes tropicais, onde a variação das condições ambientais pode ser mais acentuada entre os diferentes gradientes.

Os resultados mostram a importância de áreas florestais contínuas e com interior preservado para a manutenção de espécies como *O. albidum*, cuja presença pode ser utilizada como indicador da qualidade ambiental de fragmentos florestais. Em um contexto de intensificação da fragmentação e expansão urbana na Amazônia, a proteção e recuperação desses fragmentos florestais tornam-se essenciais para a conservação da biodiversidade local.

# **5. REFERÊNCIAS**

ALMEIDA, D. A.; BORGES, F.; BOHÓRQUEZ, J, A. L. A representação da Amazônia Brasileira na série “Amazônia Sociedade Anônima (S/A)”. **Revista Observatório**, v. 5, n. 6, p. 380-403, 2019.

ALVARENGA, L. D. P. **Estrutura espacial e ecologia de briófitas epífitas e epífilas de remanescentes de floresta atlântica na estação ecológica de Murici, Alagoas**. 2007. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2007.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R. **Ecologia de indivíduos a ecossistemas**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2023.

BELINCHÓN, R*. et al****.*** Edge effects on epiphytic communities in a Mediterranean Quercus pyrenaica forest. **Journal of Vegetation Science**, v. 18, p. 81-90, 2007.

BUCK, W. R.; GOFFINET, B. Morphology and classification of mosses. In: SHAW, A. J.; GOFFINET, B. (eds.). **Bryophyte biology**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 115-137, 2000.

CARVALHO, M. A. S. Efeitos de borda sobre comunidades de musgos (Bryophyta) epifíticos em área de Cerrado no Brasil Central. **Revista de Biologia Neotropical/Journal of Neotropical Biology**, v. 6, n. 2, p. 75-76, 2009.

ESSEEN, P.; RENHORN, K**.** Edge effects on an epiphytic lichen in fragmented forests. **Conservation Biology**, v. 12, p. 1307-1317, 1998.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas cerrado e pantanal**. Brasília: Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2005.

GODOY, J. A. R.; PALMISANO, A.; TARACHUK, M. L. P. Amazônia em risco: desafios econômicos, ambientais e estratégias para um futuro sustentável. São Paulo, **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 20, n. 4, 2024.

IDEFLOR-Bio. **Área de Proteção Ambiental da Região Metropolitana de Belém (APA Belém)**. 2024. Disponível em: https://ideflorbio.pa.gov.br/area-de-protecao-ambiental- da-regiao-metropolitana-de-belem/. Acesso em: 21 out. 2024.

LISBOA, R. C. L.; MUNIZ, A. C. M.; MACIEL, U. N. Musgos da Ilha de Marajó-III Chaves (Pará). Belém, **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica**, v. 14, n. 2, p. 117-125, 1998.

LISBOA, R. C. L.; ILKIU-BORGES, A. L. Diversidade das Briófitas de Belém (PA) e seu potencial como indicadoras de poluição urbana. Belém, **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica**, v. 11, n. 2, p. 199-225, 1995.

LISBOA, R. C. L.; ILKIU-BORGES, A. L. **Urna nova avaliação da brioflora da Reserva do Mocambo, Belém (PA)**. In: GOMES, J. I. (org.). Mocambo: diversidade e dinâmica biológica da Área de Pesquisa Ecológica do Guamá (APEG). Museu Paraense Emilio Goeldi, Belém, 2007. p. 149-174.

LISBOA, R. C.; ILKIU-BORGES, A. L. Briófitas da Serra dos Carajás e sua possível utilização como indicadoras de metais. Belém, **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica**, v. 12, n. 2, p. 161-181, 1996.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 10, p. 58-62, 1995.

PALAZZO JR, J, T.; CARBOGIM, J. B. P. (org.) **Conservação da Natureza - E eu com isso?** Fortaleza: Rede Marinho-Costeira e Hídrica do Brasil**,** 2012.

PEREIRA, M. R. S**. Estudo biossistemático de seis espécies de Calymperaceae (Bryophyta) na Amazônia Brasileira**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, área de concentração em Botânica). Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus. 2009.

PINTOA, S. R. R*. et al.* **Efeito de borda e configuração microclimática espacial em fragmentos de floresta Atlântica**. In: TABARELLI, M. (ed.). Serra Grande: uma floresta de ideias. Recife: Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco, 2013.

PIRES, A. S.; FERNANDEZ, F.; BARROS, C. S. Vivendo em um mundo em pedaços: efeitos da fragmentação florestal sobre comunidades e populações animais. **Biologia da Conservação: Essências**, São Carlos, p. 231-260, 2006.

PORTO, K. C. Briófitas. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; MAYO, S. J.; BARBOSA, M. R. V. (eds.). Pesquisa botânica nordestina: progresso e perspectivas. Recife: **Sociedade Botânica do Brasil/Seção Regional de Pernambuco**, p. 97-109, 1996.

REFLORA. **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 21 out. 2024.

RHEAULT, H. *et al*. Edge effects on epiphytic lichen in managed black spruce forests of eastern North America. **Canadian Journal of Forest Research,** v. 33, p. 23-32, 2003.

SANTOS, F. *et al.* Fragmentação da cobertura vegetal no entorno de uma unidade de conservação na transição Cerrado-Amazônia. Jandaia: **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, 2014.

SANTOS, R. C. P.; LISBOA, R. C. L. Musgos (Bryophyta) do nordeste paraense, Brasil - 1. Zona Bragantina, microrregião do Salgado e município de Viseu. **Acta Amazónica**, v. 33, n. 3, p. 415-422, 2003.

SANTOS, R. C. P.; LISBOA, R. C. L. Musgos (Bryophyta) da Microrregião do Salgado Paraense e sua utilização como possíveis indicadores de ambientes perturbados. **Rodriguésia,** v. 59, n. 2, p. 361-368, 2008.

SHAW, A. J.; GOFFINET, B. (eds.). **Bryophyte biology**. Cambridge: Cambridge University Press, 476 p., 2000.

SILVA, E. S. G*. et al*. **Briófitas epífilas como indicadoras de qualidade ambiental: um estudo em um fragmento de mata atlântica paraibano**. Campina Grande: Anais do I Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade 2019.

YANO, O.; PERALTA, D. F. Musgos (Bryophyta). In: RIZZO, J. A. (Coord.). **Flora dos estados de Goiás e Tocantins**: Criptógamos. Goiânia: Pró-Reitoria de Pós-graduação da Universidade Federal de Goiás, 2007.

ZARTMAN, C. E. Habitat fragmentation impacts on epiphyllous bryophyte communities in central Amazonia. Washington: **Ecology**, v. 84, n. 4, p. 948-954, 2003.