

## **Efeito de borda sobre o microclima em diferentes estágios de sucessão em Floresta Atlântica**

*Microclimate edge effect in different succession stages in the Brazilian Atlantic rainforest*

Angelo Roberto Mendonça<sup>1</sup> e Júlio Cesar Voltolini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Zoobotânico de Morro Azul (IZMA), Engenheiro Paulo de Frontin, RJ.

<sup>2</sup>Grupo de Pesquisa e Ensino em Biologia da Conservação (ECOTROP), Universidade de Taubaté, Departamento de Biologia, Taubaté, SP

---

### **Resumo**

O microclima de florestas tropicais pode apresentar variações significativas da borda para o interior principalmente em tipos diferentes de vegetação. O objetivo deste estudo foi investigar as diferenças microclimáticas (temperatura, umidade, velocidade do vento e luminosidade) ao longo do gradiente borda-interior em três tipos de vegetação (capoeira, floresta de transição e floresta secundária) com matriz de pastagem. Como resultado, na capoeira a temperatura diminuiu da borda para o interior, mas aumentou na floresta de transição. A umidade na capoeira e na floresta de transição aumentou da borda para o interior. A luminosidade na capoeira diminuiu da borda para o interior. Por fim, não registramos um gradiente relacionado a velocidade do vento. Concluindo, o gradiente borda-interior foi observado apenas nos estágios de capoeira e floresta de transição. O gradiente não foi registrado na floresta secundária provavelmente devido a alta frequência de clareiras.

**Palavras chave:** fragmentação; efeito de borda; microclima.

### **Abstract**

The microclimate in tropical rainforests may vary from the edge to the forest interior, mainly in different types of vegetation. The aim of this study was to investigate the microclimate differences (temperature, humidity, wind speed and light) along the edge-interior gradient and in three types of vegetation (capoeira, transitional forest and secondary forest) with pasture as matrix. As result, the capoeira temperature decreased from the edge towards the forest interior, but increased in the transitional forest. Moisture in capoeira and transitional forest increased from the edge to the interior. The light in capoeira decreased from the edge to the interior. Finally, we not recorded a gradient related to the wind speed. In conclusion, the gradient edge-interior was observed only in capoeira and transitional forest. The gradient was not recorded in the secondary forest probably because the high frequency of forest gaps.

**Keywords:** Fragmentation; edge effect; microclimate.

---

## INTRODUÇÃO

Florestas tropicais ocupam apenas 7% do planeta, abrigam mais da metade das espécies conhecidas (Primack & Rodrigues, 2002) e a destruição de habitats como as florestas é a principal causa de extinções (Wilson, 1997). No Brasil, devido à exploração predatória e aos desmatamentos criminosos para fins agropecuários, extensas áreas de floresta nativa são perdidas (Kageyama, 1998).

Atualmente, a cobertura da Mata Atlântica varia de 11,4% a 16%. Florestas secundárias intermediárias e pequenos fragmentos (<100 ha) correspondem a 32-40% do que resta da floresta. Mais de 80% dos fragmentos são menores que 50 hectares, quase metade da floresta remanescente está a menos de 100 metros da borda, a distância média entre os fragmentos é grande (1.440 m) e reservas naturais protegem apenas 9% da floresta remanescente e 1% da floresta original (Ribeiro et al. 2009).

A Mata Atlântica ainda apresenta grandes níveis de desmatamento com quase 24 mil ha derrubados no período de 2012-2013 (Fundação SOS Mata Atlântica, 2014). Em muitas regiões, são os fragmentos florestais, geralmente pequenos, abandonados e dentro de propriedades particulares, os últimos depositários da biodiversidade nativa (Viana, 1990).

Observando uma paisagem com fragmentos florestais é possível notar que as bordas tendem a apresentar características diferentes do interior dos fragmentos. A formação de bordas é um efeito direto dos processos de fragmentação florestal e causa impactos físicos e biológicos. Bordas tendem a apresentar, por exemplo, valores mais altos de temperatura, luminosidade e velocidade do vento do que o interior de florestas e, a umidade relativa, ao contrário tende a diminuir da borda para o interior dos fragmentos. Contudo, dependendo da matriz ao redor, do tamanho do fragmento, existência de clareiras, incêndios e da estrutura da borda pode haver muita variação nos resultados de variáveis abióticas e de estrutura de habitat no gradiente borda-interior

(Camargo e Kapos, 1995; Didham e Lawton, 1999; Diogo et al. 2012; Voltolini et al. 2009).

Os efeitos de borda se ampliam para áreas internas de remanescentes florestais, muitas vezes comprometendo unidades de conservação (Oliveira, 1998). Os efeitos de borda e os efeitos de área são os mais importantes fatores que geram mudanças em comunidades fragmentadas (Nascimento & Laurance, 2006). Margeados por áreas agrícolas e/ou pastagens, os fragmentos florestais recebem radiação solar lateralmente em suas bordas, isto devido a pouca biomassa e altura das espécies agrícolas (Rodrigues, 1998).

Fragmentos pequenos estão mais sujeitos aos efeitos de borda, pois quanto menores forem, maior será a razão borda/área (Zuidema et al., 1996). Entender alguns desses efeitos é de grande importância na compreensão de como fragmentos florestais são diferentes de grandes florestas contínuas em termos de biodiversidade e processos ecossistêmicos (Camargo & Kapos, 1995). Segundo Rodrigues e Nascimento (2006), ainda não é possível prever a trajetória dos processos ecológicos nas bordas, mesmo com o grande conhecimento existente sobre esse assunto.

A riqueza de espécies, as interações bióticas, a temperatura, a umidade e a incidência de luz variam ao longo do gradiente borda-interior (Murcia, 1995). Os efeitos de borda de fatores microclimáticos, geralmente são conhecidos na parte terrestre das áreas florestais, porém os mesmos também podem ser observados no dossel (Didham & Ewers, 2014).

A derrubada de florestas pode influenciar de maneira intensa os ecossistemas com maior exposição ao sol e vento, além de ocasionar flutuação na temperatura (Colley et al. 2000). Laurance et al. (1998), estudando a influência da fragmentação nas comunidades de árvores na Amazônia, perceberam elevada mortalidade próximo às bordas, resultado da ação do vento e de mudanças microclimáticas, enquanto Colley et al. (2000), investigando os efeitos da luz, velocidade do vento, do ar, temperatura do solo e déficit de pressão de vapor, de uma

borda florestal na Nova Zelândia, propuseram pelo menos 40 metros de proteção das bordas para os efeitos climáticos oriundos das áreas externas ao fragmento.

Para Mendes (2008), o microclima de florestas tropicais fragmentadas e de uso prolongado, apresenta características próprias e alteradas. Devido aos efeitos de borda, muitas espécies de plantas e animais, já adaptadas às condições microclimáticas do interior de fragmentos florestais (maior umidade, pouca luminosidade e temperatura mais baixa), podem ser eliminadas desses habitats (Primack & Rodrigues, 2002).

Contudo, na Floresta Atlântica ainda são desconhecidas as variações microclimáticas decorrentes da fragmentação florestal e o estudo de Siqueira et al. (2004) é o único até o momento.

## **OBJETIVO**

O objetivo deste estudo foi comparar o efeito de borda de fatores abióticos em três fisionomias de Floresta Atlântica (capoeira, floresta de transição e floresta secundária).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### *Local de estudo*

A pesquisa foi realizada no município de Miguel Pereira, região centro sul do estado do Rio de Janeiro, onde o clima é Tropical de Altitude (Cwa) de acordo com Koppen. Apresenta regime alternando de estação chuvosa com estação seca, ocorrendo 90% de precipitações no verão com o total anual de 1610mm<sup>3</sup> (AGEVAP, 2013).

O fragmento de estudo, floresta estacional semidecidual (Veloso et al, 1991) secundária, se localiza no entorno da área urbana do município, dentro da área pertencente ao sítio Monte Alegre (22° 27' 16.54" S 43° 27' 11.63" O), com altitude variando de 650 a 800 metros.

O fragmento, que abrange outras propriedades particulares, se estende por outros pontos da

serra Miguel Pereira, formando na paisagem uma mancha florestal irregular e extensa.

Na área de estudo, a partir do pasto, a vegetação apresenta estágios de capoeira, floresta de transição e floresta secundária (Figura 1).

A área de capoeira foi atingida por um incêndio oriundo da pastagem há cerca de 15 anos e a área que se conecta com a pastagem apresenta grande cobertura de gramíneas junto aos arbustos e arvoretas, diminuindo no sentido borda-interior.

A floresta de transição apresenta um ambiente mais homogêneo em toda sua área, com árvores de pequeno e médio porte e sem presença de gramíneas.

A floresta secundária apresenta vegetação mais desenvolvida com a presença de árvores mais altas e dossel mais fechado, porém também existem muitas clareiras e retirada de árvores, tornando a área bastante heterogênea ao longo do gradiente borda-interior.



**Figura 1.** Perfil da vegetação na capoeira, floresta de transição e secundária.

**Figure 1.** Vegetation profile in capoeira, transition forest and secondary forest.

#### Planejamento da amostragem

Em cada tipo de vegetação foram colocadas, no sentido borda-interior, 2 parcelas de 50 metros de comprimento por 4 metros de largura, distantes 20 metros uma das outras, totalizando 6 parcelas e 1.200m<sup>2</sup> de área amostrada (Figura 2). Cada parcela foi dividida em 10 subparcelas de 4x5 metros e dentro destas foram registradas 3 medições para cada fator climático (temperatura, umidade, velocidade do vento e luminosidade). Para o levantamento de dados, cada parcela foi visitada uma vez em cada

estação do ano, sempre em dias de céu claro e no período entre 09:00 e 12:00hs.



**Figura 2.** Disposição das parcelas e subparcelas (SP) da borda para o interior da floresta nos três estágios de sucessão.

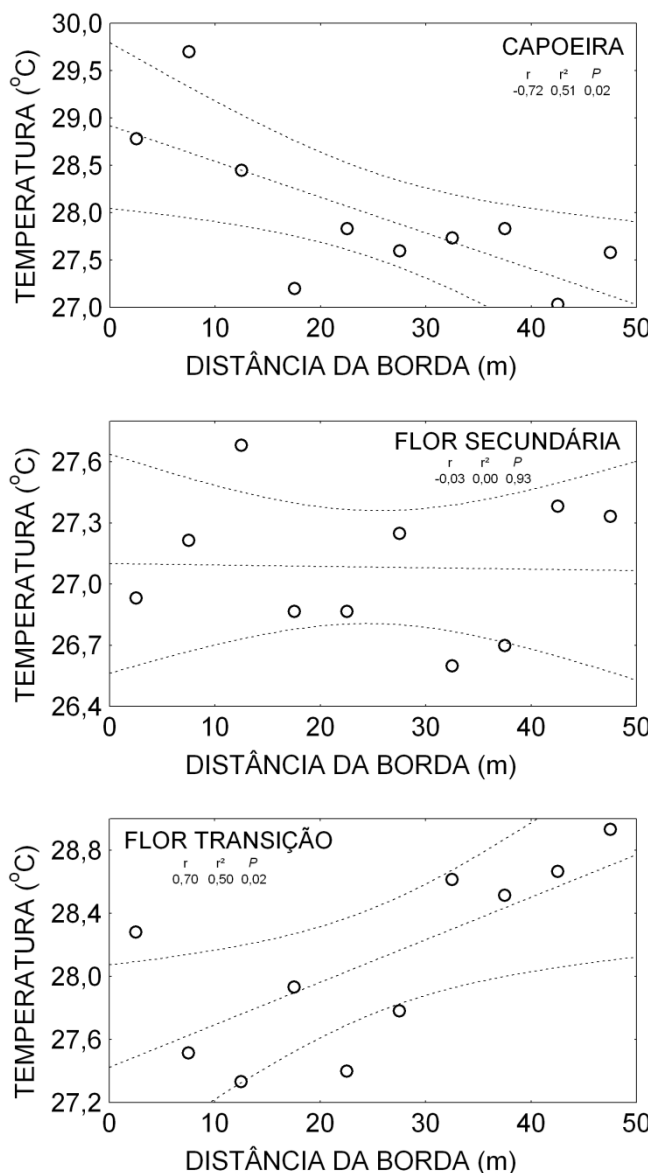
**Figure 2.** Plot and subplots (SP) arrangement from the edge to the forest interior in the three succession stages.

Para a coleta de dados da temperatura e umidade foi usado o termohigrômetro da marca Minipa, modelo MT-240, sendo que em cada ponto de amostragem, o aparelho ficou em espera por um minuto para que os dados se normalizassem. Para a velocidade do vento foi usado o anemômetro da marca Instrutherm, modelo AD-250, para cada ponto de amostragem, o aparelho foi girado 360° e a maior velocidade foi considerada. Para os dados de luminosidade foi usado o luxímetro da marca Minipa, modelo MLM-1011, e as medições foram feitas a 30 cm do solo.

Quanto as análises, para testar possíveis associações entre a distância da borda e os fatores abióticos foram utilizadas correlações ( $r$ ) e regressões lineares ( $r^2$ ). Modelos não lineares foram avaliados também, mas pouco acrescentaram nos resultados. Foram utilizados os programas Statistica (5.0) e Statsdirect (3.0).

## RESULTADOS

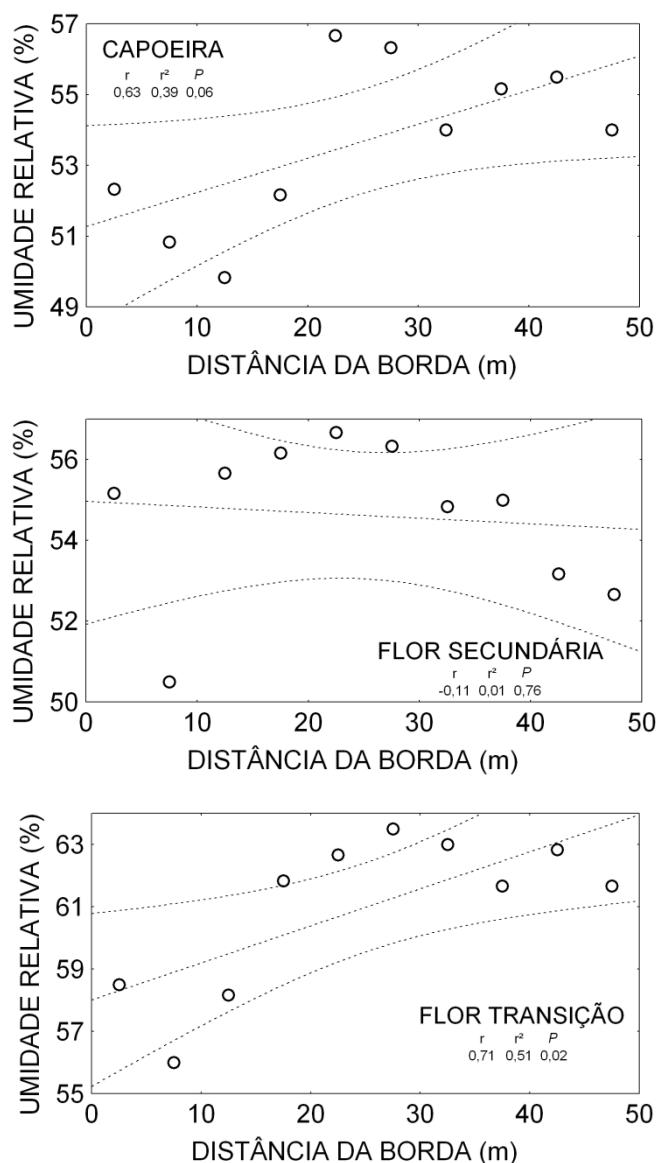
A temperatura, da borda para o interior da floresta, diminuiu na capoeira ( $r = -0,72$ ;  $r^2 = 0,51$ ;  $P = 0,02$ ; Figura 3), aumentou na floresta de transição ( $r = 0,72$ ;  $r^2 = 0,50$ ;  $P = 0,02$ ) e não registramos associação na floresta secundária ( $r = -0,03$ ;  $r^2 = 0,00$ ;  $P = 0,93$ ).



**Figura 3.** Associação entre a distância da borda com a temperatura.

**Figure 3.** Association between the distance from the edge and the temperature.

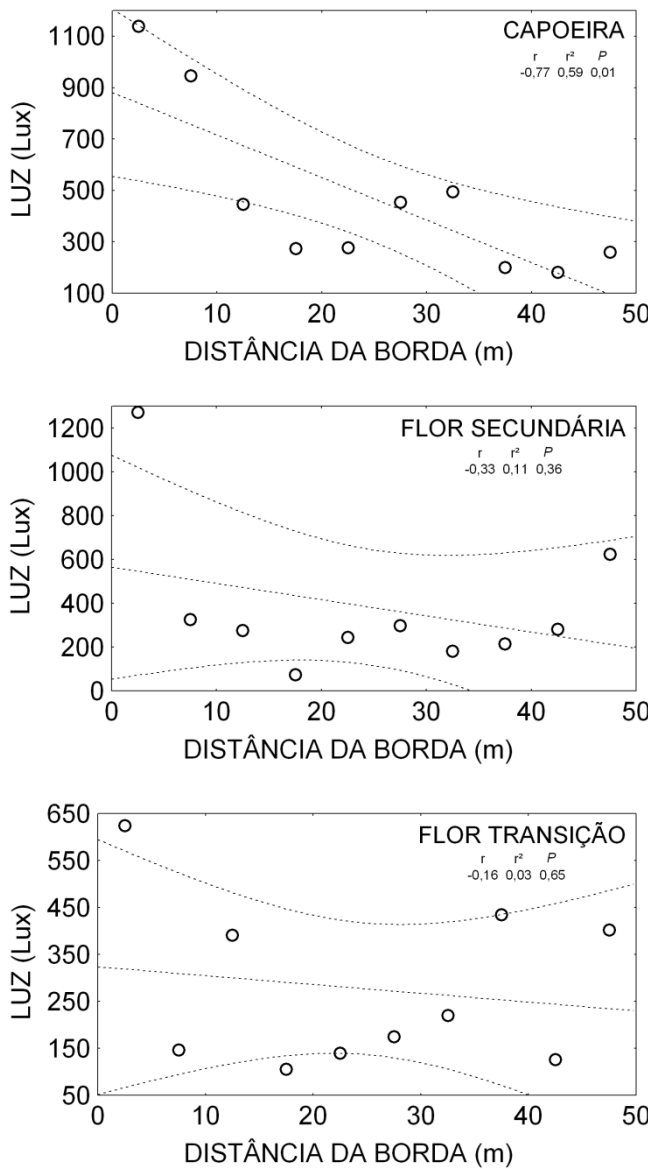
A umidade, da borda para o interior da floresta, aumentou na capoeira ( $r = 0,63$ ;  $r^2 = 0,39$ ;  $P = 0,06$ ; Figura 4) e na floresta de transição ( $r = 0,71$ ;  $r^2 = 0,51$ ;  $P = 0,02$ ) e não registramos associação na floresta secundária ( $r = -0,11$ ;  $r^2 = 0,01$ ;  $P = 0,76$ ).



**Figura 4.** Associação entre a distância da borda com a umidade relativa (%).

**Figure 4.** Association between the distance from the edge and the relative humidity (%).

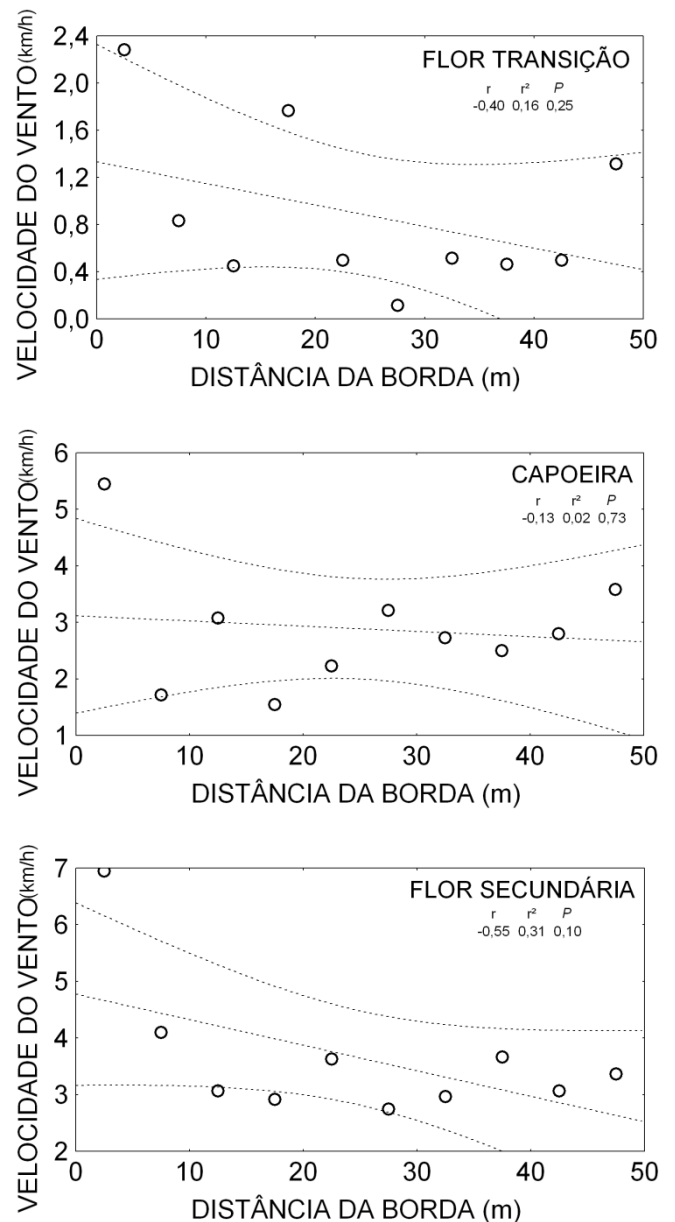
A luminosidade, da borda para o interior da floresta, diminuiu na capoeira ( $r = -0,77$ ;  $r^2 = 0,59$ ;  $P = 0,01$ ; Figura 5) e não registramos associação na floresta de transição ( $r = -0,16$ ;  $r^2 = 0,03$ ;  $P = 0,65$ ) e na floresta secundária ( $r = -0,33$ ;  $r^2 = 0,11$ ;  $P = 0,36$ ).



**Figura 5.** Associação entre a distância da borda com a intensidade luminosa.

**Figure 5.** Association between the distance from the edge and the light intensity.

Quanto a velocidade do vento, foram registradas apenas tendências de diminuição da borda para o interior da floresta na capoeira ( $r = -0,13$ ;  $r^2 = 0,02$ ;  $P = 0,73$ ; Figura 6), na floresta de transição ( $r = -0,40$ ;  $r^2 = 0,16$ ;  $P = 0,25$ ) e na floresta secundária ( $r = -0,55$ ;  $r^2 = 0,31$ ;  $P = 0,10$ ).



**Figura 6.** Associação entre a distância da borda com a velocidade do vento.

**Figure 6.** Association between the distance from the edge and the wind speed.

## DISCUSSÃO

A temperatura, da borda para o interior da floresta, não apresentou uniformidade para os três ambientes estudados, inclusive havendo oscilações em algumas áreas mais afastadas da borda, corroborando com os resultados encontrados por Ramos e Santos (2006), que encontraram variações temporais para a temperatura em fragmentos de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro. Os dados da temperatura podem ser influenciados pela presença de clareiras nas áreas pesquisadas, corroborando com os resultados encontrados por Muller et al (2010) ( $r^2=0,49$ ;  $P=0,02$ ) que identificou correlação negativa para os dados de temperatura, provavelmente pela presença de clareiras no local de estudo. Jardim et al. (2007) afirmam que as clareiras podem apresentar diversas formas e tamanhos e conseqüentemente modificar as condições abióticas e bióticas no interior das florestas. Martineli et al. (2004), encontraram diferenças microclimáticas significativas em clareiras grandes e pequenas em comparação com áreas de dossel fechado. Na capoeira, a diminuição da temperatura da borda para o interior, foi mais marcante nos primeiros 20 metros, mesmo resultado encontrado por Ewers e Leite (2013), que observaram a influência da borda no microclima até esta distância.

Os resultados da umidade na capoeira e na floresta de transição, ao contrário da floresta secundária, coincidem com os estudos de Muller et al. (2010), ( $r^2=0,88$ ;  $P=0,00$ ), que encontrou variações no gradiente borda-interior, com forte influência da borda aos 10m e mais acentuadas aos 20m. Nascimento et al. (2010), perceberam menores valores próximo à borda de um fragmento florestal, ocasionada pela maior energia luminosa vinda da área externa do mesmo, por outro lado, Bataglin et al. (2008), identificaram pouca variação da umidade, da borda para o interior, em fragmento de floresta mista, provavelmente pela forte estiagem na época da pesquisa. Westphalen et al. (2011), encontraram maior influência de fatores microclimáticos em fragmentos menores do que em fragmentos de maior tamanho.

Quanto a luminosidade, os resultados da floresta de transição e da floresta secundária, se aproximam dos achados por Muller et al. (2010), que não encontraram correlação significativa ( $r^2=0,20$ ;  $P=0,19$ ) em um transecto de 100m. Em outro estudo, Mendes et al. (2003), verificaram aumento da intensidade luminosa ao redor de árvores que foram derrubadas, principalmente nas áreas influenciadas pela copa.

Os resultados da velocidade do vento, também ficaram próximos do estudo feito por Bataglin et al. (2008), que registraram números altos apenas na borda, se estabilizando entre 20 e 30m dentro do fragmento, e Arruda (2010), verificou baixas velocidades do vento em áreas de interior de floresta.

## CONCLUSÃO

O gradiente borda-interior registrado foi o esperado pela literatura com a temperatura e a luz diminuindo para o interior da vegetação e a umidade aumentando. Contudo, o gradiente foi observado apenas nos estágios de capoeira e floresta de transição e a velocidade do vento foi o único fator climático que não apresentou um padrão ao longo do gradiente. O padrão obtido revela a importância do histórico de distúrbios como um fator que pode determinar a dinâmica futura do gradiente borda-interior assim como também a importância da estrutura interna do habitat quanto a existência de clareiras.

## Agradecimentos

Para Cacilda Pinho da Conceição (*In memoriam*) e Vera Maria Pinho de Oliveira Saldanha, por permitirem a realização desta pesquisa no sítio Monte Alegre e ao Sr. Fernando Fonseca de Sá por permitir nossa entrada no sítio Lúrio do Brejo, para acesso até a área de estudo.

## REFERÊNCIAS

AGEVAP – Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. **Caracterização do Município Projeto aplicado de comunicação e mobilização social**. 75p. 2013.

ARRUDA, K. E. C. Estudo da amenidade térmica proporcionada pela Reserva Ecológica de Dois Irmãos,

- Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 03, p. 196-203, 2010.
- BATAGLIN, F. A.; FIORI, A.; TOPPA, R. H. Efeito de borda sobre epífitos vasculares em floresta ombrófila mista, Rio Grande do Sul, Brasil. **O Mundo da Saúde** São Paulo, jul/set, v. 32, n. 3, p. 329-338, 2008.
- CAMARGO, J. L. C.; KAPOV, V. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central amazonian forest: Source: **Journal of Tropical Ecology**, v. 11, n. 2, p. 205-221, 1995.
- COLEY, R. J. D.; PAYNE, G. W.; ELSWIJK, M. V. Microclimate gradients across a forest edge. **New Zealand Journal of Ecology**, v. 24, n. 2, p. 111-121, 2000.
- DIDHAM, R. K.; EWERS, R. M. Edge Effects Disrupt Vertical Stratification of Microclimate in a Temperate Forest Canopy. **Pacific Science**, v. 68, n. 4, p. 493-508, 2014.
- DIDHAM, R. K.; LAWTON, J.H. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments. **BIOTROPICA**, v.31, n.1, p. 17-30. 1999.
- DIOGO, I. J. S., SILVA, R. B., MORAIS, E. B., MELO, I. R. S., & VOLTOLINI, J. C. Edge effects on the vegetation structure in a fragment of semi-deciduous forest, Northeastern Brazil. **Revista Biociências**, v.18, n.2, p. 53-60. 2012.
- EWERS R. M.; LEITE, C. B. 2013. Fragmentation impairs the microclimate buffering effect of tropical forests. Imperial College London, Silwood Park Campus, Ascot, United Kingdom. **Plos one** v. 8, n. 3, p. e58093, 2013.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA e INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**, período 2012-2103, relatório técnico. 61p. 2014.
- JARDIM, F. C. S.; SERRÃO, D. R.; NEMER, T. C. Efeito de diferentes tamanhos de clareiras, sobre o crescimento e a mortalidade de espécies arbóreas, em Moju-PA. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 37, n. 1, p. 37-48, 2007.
- MARTINELLI, L.; SANTOS, E. A.; ALMEIDA, R.; ALTOÉ, M.; SANTOS, G. H. S.; EZZOPANE, J. E. M. P. Influência da abertura de clareiras no microclima de floresta semidecidual secundária na bacia do rio Itapemirim, ES. **VIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IV Encontro Latino Americano de Pós Graduação** – Universidade do Vale do Paraíba, 2004.
- LAURANCE, W. F.; FERREIRA, L. V.; MERONA, J. M. R.; LAURANCE, S. G. Rain Forest Fragmentation and the Dynamics of Amazonian Tree Communities. **Ecology**, v. 79, n. 6, p. 2032-2040, 1998.
- MULLER, A.; BATAGHIN, F. A.; SANTOS, S. C. Efeito de borda sobre a comunidade arbórea em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul, Brasil. **Perspectiva**, Erechim. v. 34, n. 125, p. 29-39, 2010.
- MENDES, M. G. F. **Microclima e expressão do efeito de borda em uma paisagem fragmentada na Floresta Atlântica Nordestina**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, PE, 2008.
- MENDES, F. R.; ARAÚJO, F. G. D.; PEZZATO, M. M.; RIBEIRO, O. M.; CAMPOS, R. I.; PORTELA, R. C. Q. Efeitos da queda de árvores em indivíduos arbóreos: Danos e luminosidade. **Ecologia da Floresta Amazônica**. Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), 2003.
- MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**. v. 10, p. 58-62, 1995.
- NASCIMENTO, H. E. M; LAURANCE, W. F. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. **Acta Amazônica** v. 36, n. 2, p. 183-192. 2006.
- NASCIMENTO, M. I.; POGGIANI, F.; DURIGAN, G.; IEMMA, A. F; FILHO, D. F. S. Eficácia de barreira de eucaliptos na contenção do efeito de borda em fragmento de floresta subtropical no estado de São Paulo, Brasil. **Scientia Forestalis** Piracicaba, v. 38, n. 86, p. 191-203, 2010.
- OLIVEIRA, R. R.; ZAÚ, A. S. Impactos da instalação de linhas de transmissão sobre ecossistemas florestais. **Floresta e Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 184-191, 1998.
- PRIMARK, R.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina, PR: ed. Sinauer. 2002.
- RAMOS, F. N.; SANTOS, F. A. M. Microclimate of atlantic forest fragments: Regional and local scale heterogeneity. **Brazilian Archives of Biology and Technology an International Journal**. v. 49, n. 6, p. 935-944. 2006.
- RIBEIRO, M. C., METZGER, J. P., MARTENSEN, A. C., PONZONI, F., HIROTA, M. M. Brazilian Atlantic forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009
- RODRIGUES, E. Efeito de bordas em fragmentos de floresta. **Cadernos de Biodiversidade**, v. 1, n. 2, p. 1-6, 1998.
- RODRIGUES, P. J. F. P; NASCIMENTO, M. T. Fragmentação Florestal: Breves Considerações Teóricas



Sobre Efeitos de Borda. **Rodriguésia** v. 57, n. 1, p. 63-74, 2006.

SIQUEIRA, L. P.; MATOS, M. B.; MATOS, D. M. S.; PORTELA, R. C. Q.; BRAZ, M. I. G.; LIMA, L. S. Using the Variances of Microclimate Variables to Determine Edge Effects in Small Atlantic Rain Forest Fragments, South-Eastern Brazil. **Ecotropica**, v. 10, p. 59-64, 2004.

VELOSO, H. P.; FILHO, A. L. R. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística –IBGE. Rio de Janeiro. 1991.

VIANA, V. M. Biologia e manejo de fragmentos de florestas naturais. **Anais VI Congresso Florestal Brasileiro**. SBS/SBEF. Campos do Jordão, SP, 1990.

VOLTOLINI, J. C.; WLUDARSKL, A.; SILVA, I da. Estrutura da vegetação na borda e interior de um fragmento florestal pequeno em área urbana. **Revista Biociências**, v.15, n.2, p.133-138, 2009.

WESTPHALEN, J. S. G.; SILVA, A. C. B. L.; ARAÚJO, F. S. Influência da área e da borda no microclima e na estrutura do sub-bosque em fragmentos de floresta atlântica, norte de Pernambuco. In: **X Congresso de Ecologia do Brasil**, 2011, São Lourenço, MG. Universidade Federal do Ceará, centro de ciências, pós graduação em ecologia e recursos naturais, 2011.

WILSON, E. O. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira, 1997.

ZUIDEMA, P. A., SAYER, J. A. & DIJKMAN, W. Forest fragmentation and biodiversity: the case for intermediate sized conservation areas. **Environmental Conservation**, v. 23, p. 290-297, 1996.