

# HETEROGENEIDADE INTERNA DE FRAGMENTOS FLORESTAIS: O IMPACTO ANTRÓPICO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DO SOLO EM REMANESCENTES DE FLORESTA ATLÂNTICA DE TABULEIROS, SOORETAMA, ES

Felipe de Noronha Andrade<sup>1</sup>, Daniel Vidal Perez<sup>2</sup> & Irene Garay<sup>3</sup>

<sup>(1)</sup> Aluno de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRJ, <sup>(2)</sup> Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA–Solos), <sup>(3)</sup> Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, UFRJ.

[noronha@biologia.ufrj.br](mailto:noronha@biologia.ufrj.br)

## Introdução

A Floresta Atlântica foi e continua sendo submetida a intensos processos de fragmentação de habitats. Contraditoriamente, mesmo estando reduzido a fragmentos florestais inseridos em um mosaico que reflete as atividades do homem na paisagem, este bioma ainda apresenta altíssima diversidade biológica e notável endemismo, sendo considerado um *hot spot* para a conservação. Em geral, os estudos sobre fragmentação consideram somente os efeitos de borda como a principal via de alteração dos remanescentes florestais (Camargo & Kapos, 1995; Didham & Lawton, 1999). Porém, quando estes fragmentos estão submetidos a diversos usos antrópicos, caminhos e trilhas atravessam as ilhas florestadas podendo provocar distintos graus de alteração tanto na vegetação como no solo. Trata-se então, de um processo que altera o próprio funcionamento do sistema natural no interior mesmo dos remanescentes florestais, como evidencia o trabalho de Goosem (1997) ao demonstrar efeitos sobre a movimentação de pequenos vertebrados ocasionada por linhas de transmissão e estradas que cortam os fragmentos. Portanto, para viabilizar o conhecimento do *status* deste sistema fragmentado, é fundamental que se elabore indicadores devido à complexidade biológica dos sistemas florestais (Garay, 2001). A dinâmica de decomposição da matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes, por estarem associadas a características pedológicas, ecológicas e de uso da terra, possuem um valor indicador, pois sintetizam o funcionamento destes compartimentos (Garay & Kindel, 2001).

## Objetivo

O objetivo do presente trabalho é identificar qual o efeito da intensidade do uso antrópico dos fragmentos sobre as características do solo a partir de indicadores funcionais como o estoque total de matéria orgânica, a esclerofilia dos aportes foliares e os atributos químicos do solo, com a finalidade de avaliar a heterogeneidade interna dos remanescentes florestais.

## Materiais e Métodos

O trabalho foi conduzido no município de Sooretama, norte do Espírito Santo, a 19° 24'20" de latitude Sul e 40° 04'05" de longitude Oeste. O relevo é caracterizado pela predominância dos tabuleiros costeiros do Grupo Barreiras e o solo é do tipo Argissolo Amarelo distrófico. Neste município, a REBIO Sooretama com 24.000ha de Floresta Atlântica de Tabuleiros é caracterizada pela grande diversidade de seu estrato arbóreo além de altas proporções de espécies endêmicas. A REBIO, área controle, está rodeada por 123 fragmentos (3.000ha) disseminados numa matriz dominada por atividades agrícolas (Agarez & Garay, 2004). Em geral, os fragmentos são submetidos a extração seletiva de madeira ou de ervas. Dois fragmentos foram escolhidos para o estudo: o fragmento Pasto Novo, com 80ha, e o fragmento Bionativa, com 15ha. No interior dos fragmentos foram amostradas três situações em transecto: 1) trilhas internas (AT), 2) áreas de impacto intermediário (AI), 3) áreas de floresta aparentemente não impactadas (AF). Na REBIO Sooretama foram amostradas apenas áreas de floresta (AF). Nas AF foram delimitadas 4 parcelas de 20x20m e coletadas 3 amostras por parcela, num total de 12 amostras por sítio. Em AI, 6 parcelas de 10x10m foram delimitadas, sendo coletadas 2 amostras por parcela. Para AT foram escolhidos 6 trechos, com 2 pontos amostrais cada. O método de coleta e o tratamento das amostras dos horizontes holorgânicos e dos solos se encontra detalhado em Garay *et al.* (1995). As amostras de solo foram submetidas a análises químicas (EMBRAPA, 1979). O índice de esclerofilia das folhas foi calculado a partir do peso específico foliar, na razão de 60 unidades por conjunto de amostras (Garay & Rizzini, 2004). Para a comparação das séries de dados foi utilizado o teste ANOVA seguido do teste *a posteriori* de Tukey. Os dados foram normalizados através da conversão de  $x'$  em  $\sqrt{x}$ . Correlações de Pearson foram executadas para alguns atributos químicos do solo.

## Resultados e Discussão

Em relação ao estoque total de serapilheira sobre o solo das áreas de floresta, o maior valor corresponde a REBIO Sooretama (7,49 t/ha), seguido do fragmento Pasto Novo (5,32 t/ha) e do fragmento Bionativa (3,77 t/ha), ou seja, a metade do estimado para a REBIO. O teste ANOVA evidenciou diferenças significativas tanto na comparação da REBIO com Pasto Novo ( $F=12,04$ ;  $p=0,02$ ) quanto da REBIO com Bionativa ( $F=12,04$ ;  $p=0,0001$ ). Ao analisar a heterogeneidade interna destes restos foliares nos fragmentos, comparando as áreas AF com AI e AT, observamos um padrão em gradiente no acúmulo de folhicho: os maiores valores foram obtidos para AF seguido de AI e AT. Entretanto, essa diferença foi maior no fragmento Pasto Novo do que no Bionativa ( $F=39,91$ ;  $p<0,0001$  e  $F=13,02$ ;  $p=0,001$  respectivamente). No primeiro sítio a redução no estoque total de serapilheira da trilha, por exemplo, chega a um quinto (1,11 t/ha) do estoque encontrado na sua área de floresta e no segundo sítio a um terço (1,46 t/ha). O índice de esclerofilia (IE) das folhas, que pode ser correlacionado com a maior ou menor velocidade de decomposição da matéria orgânica e com a razão C/N, não diferiu entre as áreas de floresta. Os valores obtidos em todos os sítios se enquadram na categoria de esclerofilia média (Garay & Rizzini, 2004). Porém, observamos diferenças significativas entre AF e AT em Pasto Novo (IE=0,39g/dm<sup>2</sup> e 0,35g/dm<sup>2</sup> respectivamente, onde  $F=3,55$ ;  $p=0,05$ ) e AF e AI em Bionativa (IE=0,38g/dm<sup>2</sup> e 0,34g/dm<sup>2</sup>, onde  $F=3,63$ ;  $p=0,04$ ). Estes resultados indicam que existem diferenças na qualidade dos aportes

foliares nas trilhas e na área intermediária. O aparecimento de espécies pioneiras e secundárias de crescimento mais rápido e de folhas menos duras pode estar sendo favorecido nestas áreas. Quanto aos resultados dos atributos químicos do solo as maiores diferenças ocorreram quando da avaliação da heterogeneidade interna dos fragmentos. No caso da comparação de AF entre os sítios de estudo, os atributos do horizonte A que apresentaram diferenças significativas foram as bases trocáveis (BT), sendo o maior valor na REBIO (9,92 cmolc/Kg) e o menor em Bionativa (5,13 cmolc/Kg) e a concentração de cálcio, já que este elemento representa em média 70% do total de bases. No horizonte A<sub>1</sub>, atributos como teor de carbono orgânico, nitrogênio, fósforo e capacidade de troca catiônica (CTC) se mostraram significativamente maiores nas AF dos fragmentos do que na REBIO. Esta diferença pode ser explicada, por um lado, pelo efeito da lixiviação das bases de troca do horizonte A que funciona como um reservatório de nutrientes (Kindel & Garay, 2002), e, por outro lado, por uma diminuição do *turn-over* de matéria orgânica que se acumula junto com o nitrogênio, sobretudo no horizonte A, a causa da perturbação nos fragmentos. O teor de carbono orgânico, por exemplo, foi maior no fragmento Pasto Novo (4,5% no A e 1,8% no A<sub>1</sub>) do que na REBIO (2,5% no A e 0,6% no A<sub>1</sub>), porém, as diferenças são significativas apenas no horizonte A<sub>1</sub> (F=12,41 e p<0,001) por causa da alta variabilidade do horizonte superficial A. A CTC seguiu padrão semelhante devido, sem dúvida, à sua relação direta com o teor de carbono orgânico (coef. de correlação de Pearson: r = 0,95 para o A e r = 0,91 para o A<sub>1</sub>). Considerando a análise da heterogeneidade interna dos atributos químicos do solo, o fragmento Pasto Novo se mostrou mais heterogêneo que o Bionativa. No primeiro, todos os atributos do horizonte A foram significativamente superiores em AF com respeito a AI e AT, destacando-se o conteúdo de P (AF > AI: F=10,08 e p=0,006; AF > AT: F=10,08 e p=0,002), BT (AF > AI: F=9,77 e p=0,008; AF > AT: F=9,77 e p=0,002) e CTC (AF > AI: F=6,91 e p=0,01; AF > AT: F=6,91 e p=0,02). No horizonte A<sub>1</sub>, as diferenças são significativas somente para o teor de carbono (AF > AI: F=4,29 e p=0,03), CTC (AF > AI: F=5,76 e p=0,01), nitrogênio (AF > AT: F=6,20 e p=0,03) e conteúdo de P (AF > AI: F=11,24 e p=0,001). Neste caso, as concentrações de Ca<sup>2+</sup> e BT não diferem entre as situações, mas são inferiores à área controle (REBIO). Isto provavelmente indica uma perda geral de nutrientes do topo do solo (A<sub>1</sub> e A<sub>1</sub>) nos fragmentos. No Bionativa, apenas o conteúdo de P do horizonte A diferiu significativamente entre as três situações (AF > AI: F=23,28 e p<0,001; AF > AT: F=23,28 e p<0,001), com valores de 12,0mg/Kg na floresta, 6,5mg/Kg na área intermediária e 5,0mg/Kg na trilha. No horizonte A<sub>1</sub> não houve diferença em nenhum dos atributos químicos.

### Conclusão

Em síntese, as características estruturais dos perfis húmicos no interior do fragmento Pasto Novo são, de maneira geral, mais heterogêneos, pois a área de floresta deste fragmento permanece relativamente bem conservada, visto que atividades antrópicas pontuais de amastão e extração de madeiras de grande porte afetaram sobremaneira as áreas intermediárias e as trilhas, mas mantiveram as características da floresta. Cabe lembrar que este fragmento possui uma área de 80ha e uma forma bem circular, o que favorece a capacidade de tamponamento da floresta frente a perturbações locais. Isto também foi sugerido por Agarez (2002). No caso do fragmento Bionativa, pode se inferir pelos resultados obtidos que as formas de uso menos seletivas e mais frequentes, como extração de madeira para lenha e ferramentas, extração de ervas e visita constante, acrescido ao seu menor tamanho, levaram a uma perturbação do fragmento como um todo, reduzindo de certa forma a sua heterogeneidade interna, e conseqüentemente afastando-o das características da floresta da REBIO Sooretama, nosso sítio controle.

### Referências Bibliográficas

- Agarez, F. V., 2002. Contribuição para a gestão de fragmentos florestais com vista à conservação da biodiversidade em Floresta Atlântica de Tabuleiros. Rio de Janeiro, UFRJ. Tese de Doutorado do PPGG. 237p.
- Agarez, F. V. & Garay, I. 2004. A Floresta em pé: heterogeneidade de fragmentos e conservação. In: Garay, I. & Rizzini, C. M. (org.). *A Floresta Atlântica de Tabuleiros: Diversidade Funcional da Cobertura Arbórea*. Ed. Vozes, Petrópolis, RJ. 2ª. Ed. 255p.
- Camargo, J. L. C & Kapos, V., 1995. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in Central Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology* 11: 205-221.
- Didham, R. K. & Lawton, J. H., 1999. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments. *Biotropica* 31 (1): 17-30.
- Embrapa, 1979. Manual de métodos de análise de solos. EMBRAPA -CNPS, Rio de Janeiro. 255p.
- Garay, I., Kindel, A., Jesus, R. M., 1995. Diversity of humus forms in the Atlantic Forest ecosystems (Brazil): The Table-land Atlantic Forest. *Acta Oecologica*. 16, 553-570.
- Garay, I. 2001. Avaliação do status da biodiversidade ao nível do ecossistema. In: Garay, I. & Dias, B. (org.), *Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais*. Editora Vozes, Rio de Janeiro. 430p.
- Garay, I. & Kindel, A. 2001. Diversidade funcional em fragmentos de Floresta Atlântica: valor indicador das formas de húmus florestais. In: *Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais*. Editora Vozes, Rio de Janeiro. 430p.
- Garay, I. & Rizzini, C. M. (org.), 2004. *A Floresta Atlântica de Tabuleiros: Diversidade Funcional da Cobertura Arbórea*. Ed. Vozes, Petrópolis, RJ. 2ª Ed. 255p.
- Goosem, M., 1997. Internal fragmentation: the effects of roads, highways and powerline clearings on movements and mortality of rainforest vertebrates. In: Lawrence W. F. & Bierregaard Jr., R. O. (Eds.). *Tropical Forest Remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities*. Chicago: The University of Chicago Press. pp. 241-255.
- Kindel, A. & Garay, I., 2002. Humus form in ecosystems of the Atlantic Forest, Brazil. *Geoderma* 108: 101-118.