

Fertilidade de solos agrícolas próximo a fragmentos florestais nativos

Fertility of agricultural soils close to native forest fragments

Magda Elisa Turini da Cunha^{1*}; Efraim Rodrigues²; Maria Josefa Santos Yabe³

Resumo

A estratégia implementada pelo governo para aumentar a cobertura florestal tem sido a punição dos proprietários que não seguem a legislação ambiental. As vantagens da presença de floresta em áreas agrícolas são raramente discutidas, como é o potencial que a floresta possui de fertilizar o solo ao seu redor. A influência da borda florestal na fertilidade do solo em áreas agrícolas foi verificada em cinco fragmentos florestais da região de Londrina – Paraná. O solo da região é originado de rochas basálticas, apresentando diferenças de acordo com a intensidade do intemperismo. O Latossolo Vermelho Distroférico está presente no planalto intemperizado, o Nitossolo Vermelho Distroférico nas vertentes e pequena porção de Neossolo Litólico nos locais mais elevados. Foi avaliada a fertilidade do solo, através de seus componentes; matéria orgânica (MO), pH, acidez potencial, Ca, Mg, K e P, em intervalos de 5m até a distância de 50m da borda florestal em direção à área agrícola. O conteúdo de matéria orgânica foi maior até 10 m de distância da borda florestal, o que demonstra o efeito positivo de florestas na agricultura. Fragmentos florestais maiores mostraram maior influência na quantidade de nutrientes do que fragmentos menores.

Palavras-chave: Desmatamento, fragmentos florestais, nutrientes, matéria orgânica do solo, borda florestal.

Abstract

The government strategy to increase native forest coverage has frequently been to punish land owners that do not abide the environmental legislation. The advantages of the forest presence in agricultural areas are rarely discussed, as is the soil fertilizing potential of close forests. The influence of edge forest in the soil fertility in agricultural areas was verified in five forest fragments of Londrina – State of Paraná. The soil of the area is originated from basaltic rocks, presenting differences in agreement with the intensity of the weathering. The Latossolo Vermelho Distroférico (oxissol) presenting on the weathered palteaus, Nitossolo Vermelho Distroférico (ultissol) on the hillsides and small pockets of Neossolo Litólico (entissol) on the most hilly sites. The soil fertility was evaluated, through its components, organic matter (OM), pH, potential acidity, Ca, Mg, K and P, in 5 m intervals to the distance of 50m of the edge forest towards the agricultural area. The organic matter content was higher until 10m from the forest edge, what is a demonstration of the positive effect of forests to the agriculture. Large forest fragments showed larger influence in the amount of nutrients than smaller fragments.

Key words: Deforestation, fragments forest, nutrients, soil organic matter, forest edge.

¹ Doutoranda do Departamento de Agronomia, Unversidade Estadual de Londrina. Caixa Postal 6001, Londrina - Pr, CEP 86051-990, email: meturini@uel.br.

² PhD, Departamento de Agronomia Universidade Estadual de Londrina.

³ Doutora Departamento de Química Universidade Estadual de Londrina.

* Autor para correspondência.

Introdução

O desmatamento de florestas tropicais para uso agrícola ou urbano acarreta mudanças no clima e na biodiversidade das mesmas. Do ponto de vista da química do solo, o desmatamento reflete na quantidade de matéria orgânica na fertilidade, e altera o regime de umidade do solo, embora momentaneamente a matéria orgânica possa aumentar como resultado de introdução de biomassa morta (CHIDUNMAYO; KWIBISA, 2003).

Atualmente ecossistemas primitivos inalterados no Paraná são praticamente inexistentes, restando uma vegetação altamente degradada, formada por remanescentes altamente fragmentados e em diferentes estágios sucessionais. Do montante da vegetação arbórea primitiva do Paraná, 181.644,13 Km², restaram 45.178,26 Km², divididos em três estágios: o inicial (pioneiro), com árvores de pequeno porte, até 10 m de altura, compreendendo 18.589,02 Km²; o médio, com árvores de até 20 m de altura, compreendendo 20.419,65 Km² e avançado, onde a vegetação se encontra no grau máximo de desenvolvimento, compreendendo 6.170,18 Km² (PARANÁ, 2003).

Quando uma parte da floresta é retirada, a porção adjacente à área aberta é chamada borda florestal. A criação da borda causa o aumento à exposição solar, vento, chuvas e efeitos de herbicidas nas espécies ali existentes (RODRIGUES, 1998). A borda florestal pode exercer efeitos diretos e indiretos na agricultura. Os efeitos diretos são: competição por luz, água e nutrientes. E os efeitos indiretos ocorrem através de intermediários, como insetos benéficos ou pragas que se associam a plantas da borda. A borda florestal pode também proteger de ventos e de poluentes os ambientes próximos. (MARSHALL; MOONEN, 2002).

Muitos produtores agrícolas reconhecem os aspectos negativos de se possuir florestas dentro de propriedade rurais, como a redução da área disponível para cultivo, a possibilidade da floresta servir de fonte

de inóculo para pragas, ou mesmo por absorver parte dos nutrientes aplicados nos campos agrícolas. Por este motivo, as políticas para aumento de área florestal, em sua grande maioria baseadas em métodos punitivos (legislação, fiscalização e aplicação de multas) têm apresentado resultados pífios. Por outro lado, os benefícios que a floresta pode trazer para as propriedades rurais são pouco conhecidos, como a possibilidade dela servir de fonte de parasitóides para pragas agrícolas, ou de depositar matéria orgânica no solo próximo a elas.

O presente trabalho avaliou o efeito da proximidade de florestas na fertilidade do solo em áreas agrícolas. Foi verificada a influência da borda florestal no aporte de nutrientes em áreas agrícolas e até qual distância da borda esse efeito foi sentido, a influência do tamanho dos fragmentos florestais no aporte de nutrientes para áreas agrícolas e se os intervalos de 5m para a coleta de amostras de solo para análises de fertilidade podem ser ampliados.

Materiais e Métodos

O estudo foi realizado na região de Londrina a aproximadamente 23° 30' S de latitude e 50°30' W de longitude. O clima da região, segundo a classificação de Koeppen, é do tipo Cfa, (clima pluvial quente-temperado) e a vegetação é do tipo Floresta Estacional Semidecidual (VELOSO; GÓES FILHO, 1982). A região apresenta altitudes entre 650 e 350 m acima do nível do mar. Os declives não passaram de 10% nessa área. O solo da região é originado de rochas basálticas, apresentando diferenças de acordo com a intensidade do intemperismo. O Latossolo Vermelho Distroférrico está presente planalto intemperizado, o Nitossolo Vermelho Distroférrico nas vertentes e pequena porção de Neossolo Litólico nos locais mais elevados.

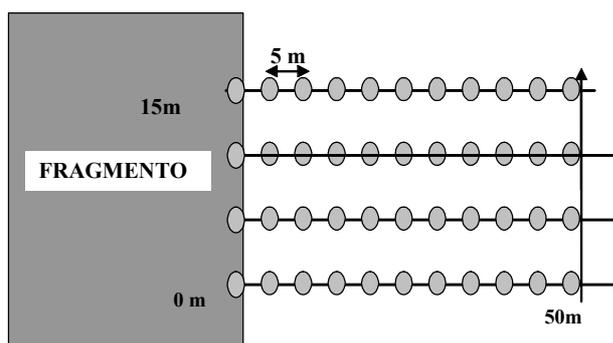


Figura 1. Localização da área de estudo.

Foram escolhidos aleatoriamente 5 fragmentos florestais próximos à cidade de Londrina – PR para análise de fertilidade, os fragmentos: Zélia (Z) de 12,33 ha, Paiquerê Twins (Pa) de 84,42 ha, Doralice (Do) de 71,91 ha, Pastejo (Past) de 74,04 ha e Tânia (Ta) de 1,17 ha. Estes fragmentos possuem parcelas permanentes de estudo do Laboratório de Ecologia da Paisagem da Universidade Estadual de Londrina para estudos de efeito de borda, há oito anos.

Nos fragmentos Zélia, Tânia, Paiquerê Twins e Pastejo havia plantação de trigo e no fragmento Doralice havia cultivo de milho. Todas as bordas florestais têm idade aproximada de 70 anos. As amostras de solo foram coletadas de forma sistemática em transectos na face sul, área mais sombreada do fragmento.

As coletas foram realizadas em agosto de 2003. O solo foi coletado na profundidade de 0 - 20 cm na borda da floresta e a cada 5 m, até 50 m de distância, adentrando o campo. Em cada distância da floresta foram coletadas quatro amostras, para formar uma amostra composta. A distância entre cada uma das quatro amostras foi de aproximadamente 15m (Figura 2). As amostras de solo foram secas à temperatura ambiente e peneiradas em peneira de 2 mm. As análises químicas para fertilidade do solo foram realizadas segundo a metodologia descrita por Pavan et al. (1992).

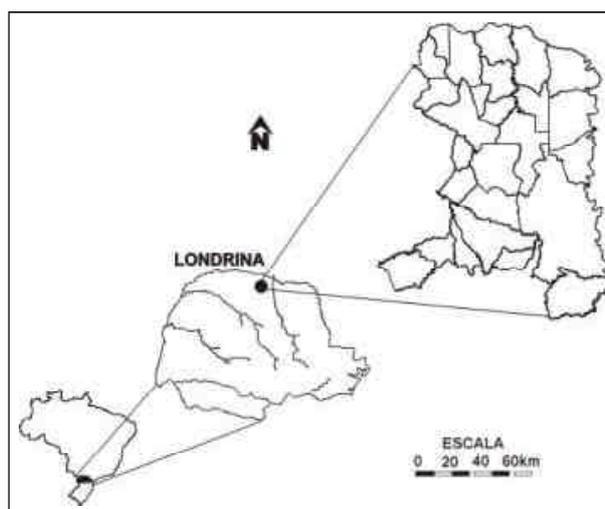


Figura 2. Modelo de coleta dos dados.

Os resultados da análise de fertilidade do solo (Tabela 1) em diferentes distâncias da floresta foram submetidos à análise multivariada de componentes principais (ACP) utilizando o Programa SPAD (1998). A análise de componentes principais (ACP) é um método de ordenação dos dados, e como tal, não testa hipóteses, mas hierarquiza a importância de fatores no aparecimento dos padrões observados. Este estudo conta com sete variáveis: matéria orgânica (MO), pH, acidez potencial (AP), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e potássio (K) e 54 amostras (floresta e 10 distâncias da floresta, distribuídas em cinco fragmentos). Foram feitas três análises, a ACP de todas as parcelas, a ACP com as médias de fragmentos, na qual se desconsiderou a variação entre as distâncias da floresta e a ACP das médias das distâncias da borda. Ao tirar médias das distâncias da floresta, a variação entre fragmentos foi desconsiderada. Foram feitos semivariogramas (JONGMAN et al., 1995) com os dados obtidos para verificar a variabilidade espacial dos dados, isto é a dependência de valores de um determinado ponto em relação a seus vizinhos. Esta análise foi realizada objetivando avaliar a dependência espacial dos nutrientes do solo, a distância ou o número de amostragens apropriadas para estudos futuros.

Tabela 1. Resultado da análise de fertilidade do solo da área de estudo em diferentes distâncias da borda florestal.

MO g/kg	0m	5m	10m	15m	20m	25m	30m	35m	40m	45m	50m
Zélia	44,3	22,3	21,2	24,2	22,4	23,7	25,6	21,9	16,4	16,45	
Pa	28,8	16,4	24,5	22,6	17,3	21,7	22,6	25,3	23,0	20,85	15,5
Do	29,2	25,6	23,4	19,5	27,8	29,16	26,5	30,9	17,6	21,6	21,6
Past	32,0	43,5	29,0	34,7	31,2	34,2	34,3	35,6	30,7	28,1	26,8
Ta	30,6	23,5	20,8	26,2	23,5	18,2	18,2	20,4	22,6	20,8	16,4
pH											
Zélia	4,7	4,9	5,6	5,4	5,2	5,7	5,3	5,0	5,3	5,3	
Pa	5,4	5,5	6,0	6	6,3	6,1	5,7	6,6	6,4	6,4	4,5
Do	5,7	5,7	5,8	5,9	5,8	6,2	6,1	5,9	6,1	6,1	6,3
Past	4,5	4,8	4,8	4,7	5,1	4,9	4,9	5,1	5,0	5,0	4,8
Ta	4,9	4,7	4,9	5,1	5,3	5,1	5,5	5,4	5,4	5,4	5,1
Acidez pot.											
Zélia	6,2	5,7	4,3	5,3	4,6	5,3	3,9	4,6	5,3	4,3	
Pa	4,6	6,7	2,7	3,2	5,3	3,9	4,6	4,6	3,6	2,7	6,7
Do	4,2	5,3	5,7	5,7	5,7	5,3	4,9	4,6	4,6	4,3	4,3
Past	7,7	6,7	7,2	7,2	7,2	4,9	6,2	6,7	5,8	6,2	6,2
Ta	5,3	5,7	5,3	5,3	4,9	3,9	4,6	3,9	3,9	3,9	4,6
Ca cmol/dm³											
Zélia	3,5	3,8	4,6	3,8	3,8	4,2	5,1	5,0	3,2	3,5	
Pa	8,5	7,7	8,9	9,3	7,7	7,3	7,0	7,3	7,3	7,5	8,3
Do	6,4	6,4	7,0	6,6	6,4	6,3	5,6	5,9	6,1	7,2	7
Past	9,7	8,5	7,5	7,1	8,3	8,6	8	8,2	8,4	7,9	7,8
Ta	6,9	5,8	5,8	4,5	5,5	5,6	5,4	6,6	6,1	6,1	5,2
Mg cmol/dm³											
Zélia	3,4	3,0	3,1	2,2	2,9	3,0	2,8	2,0	3,2	3,0	
Pa	2,9	2,6	2,2	2,7	2,0	1,9	2,3	2,6	2,5	2,2	2,1
Do	1,0	1,6	0,8	0	0,7	1,2	1,3	1,3	0,4	1,8	1,9
Past	1,6	0,3	0,4	1,3	0	1,3	2,4	2,4	3,0	3,0	3,5
Ta	2,6	2,2	2,4	2,9	2,2	2,3	2,2	1,4	1,9	2,3	1,9
P cmol/dm³											
Zélia	8,9	15,3	5,6	15,6	17,2	8,7	9,9	8,3	11,6	6,8	
Pa	12,2	17,8	44,0	52,4	16,9	10,0	12,5	17,5	15,7	24,3	20,4
Do	2,9	20,5	2,4	28,2	6,9	4,3	8,7	3,3	7,6	14,9	15,1
Past	11,2	11,0	7,0	6,7	10,7	10,0	11,0	5,3	13,8	9,0	6,5
Ta	10,0	16,9	21,8	11,8	7,6	11,3	12,3	7,9	12,08	15,6	54,7
K cmol/dm³											
Zélia	0,3	0,6	0,3	1,4	0,8	0,6	0,7	0,4	0,7	0,5	
Pa	1,0	0,6	1,0	1,4	1,1	0,9	1,2	1,1	1,01	1,2	1,2
Do	0,4	0,7	0,3	0,5	0,4	0,5	0,56	0,5	0	0,7	0,8
Past	1,0	1,3	1,1	1,4	1,1	1,5	1,4	1,3	1,7	1,1	1,2
Ta	0,7	0,2	0,3	0,1	0,2	0,4	0,4	0,6	0,6	0,9	0,6

Resultados e Discussão

ACP de todas parcelas

A Análise de Componentes Principais (ACP) explicou 33,2% da variância na primeira componente principal e 25,5% na segunda, com um total de 58,7% da variância total do conjunto de dados (Figura 3).

A primeira componente principal separou o fragmento Pastejo (Past) dos demais, em função da maior influência da matéria orgânica, Ca e K existentes nesse fragmento. A segunda componente separou os fragmentos Doralice (Do) e Paiquerê Twins (Pa) os quais são ricos em P e apresentaram valores de pH mais elevados com relação aos demais.

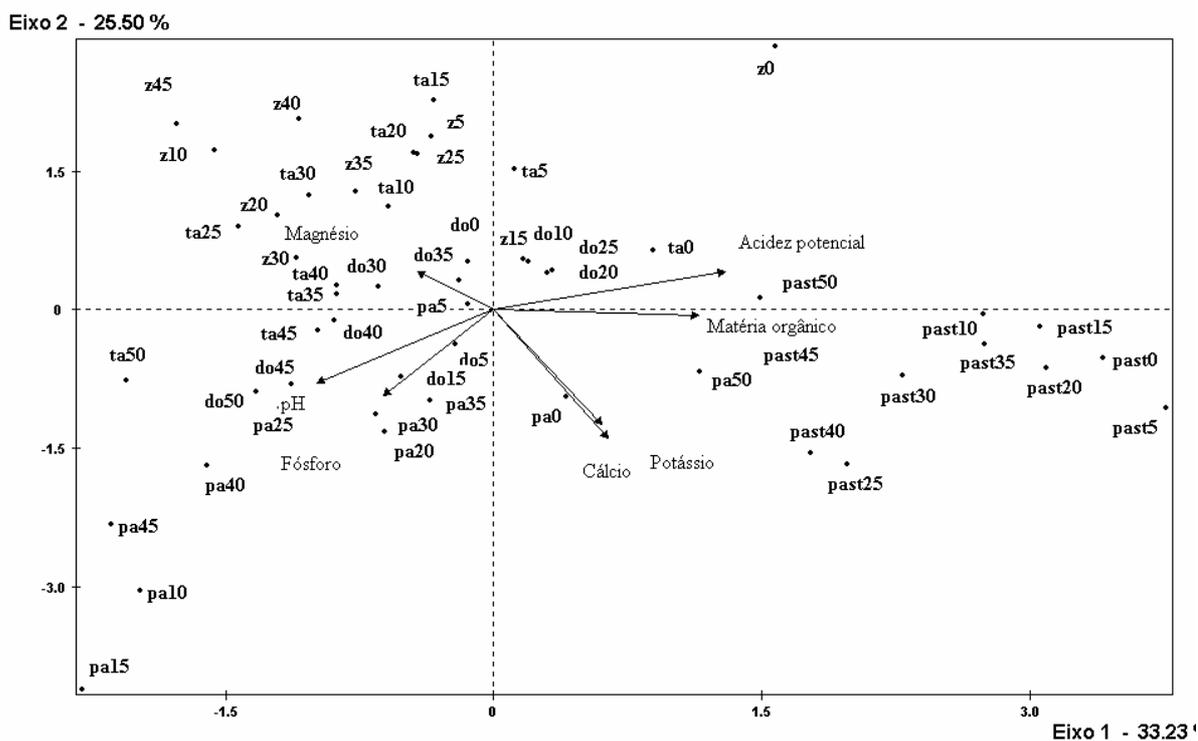


Figura 3. Componentes principais 1 e 2 do conjunto de dados

Legenda: z0 a z 45= fragmento Zélia nas distâncias de 5 a 45 m.. ta0 a ta50 = fragmento Tânia nas distâncias de 5 a 50 m. pa0, a pa50 = fragmento Paiquerê Twins nas distâncias de 5 a 50 m. do0 a do50= fragmento Doralice nas distâncias de 5 a 50 m. past0 a past50= fragmento Pastejo nas distâncias de 5 a 50 m.

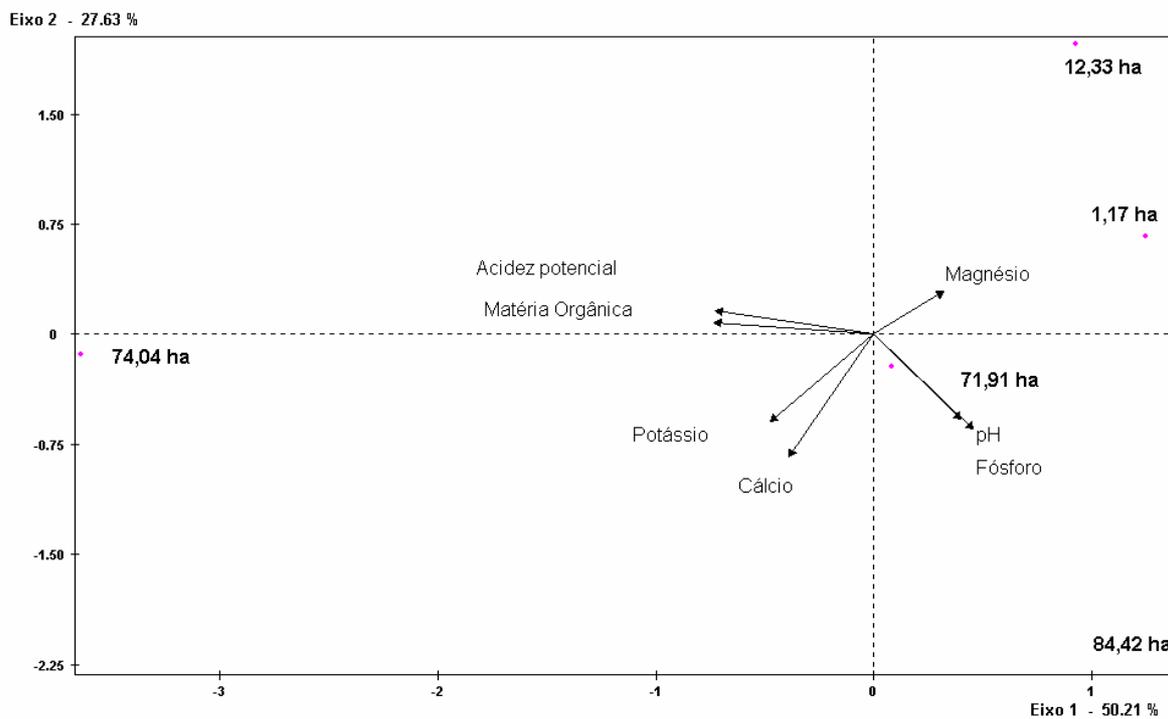


Figura 4. Componentes principais 1 e 2 das médias totais dos parâmetros.

Legenda: 1,17 ha: Fragmento Tânia, 12,33 ha: Fragmento Zélia, 71,91 ha: Fragmento Doralice, 74,04 ha: Fragmento Pastejo, 84,42 ha: Fragmento Paiquerê Twins.

Os fragmentos Pa e Do foram agrupados de acordo com os parâmetros químicos, mas também apresentaram similaridade quanto ao tamanho. Esses fragmentos encontram-se numa distância aproximada de 30 Km. Os fragmentos Tânia (Ta) e Zélia (Z), apresentaram similaridade quanto ao tamanho, se encontram também distantes (35 km).

A ACP das parcelas mostra que, levando em conta todos aspectos químicos analisados, a variação entre fragmentos (tamanho) é maior que a variação dentro fragmentos (distância da floresta). As diferenças devidas a variações de fertilidade natural, e aquelas decorrentes de diferentes níveis de adubação em cada uma das propriedades é maior do que a variação imposta pela proximidade da floresta, já que as amostras dos mesmos fragmentos tenderam a se agrupar mais do aquelas à mesma distância da floresta.

ACP das médias dos fragmentos

A ACP não ofereceu indicações de efeito de borda, porém apresentou diferenças quanto ao tamanho dos fragmentos (Figura 3). Com base nessas indicações realizou-se uma segunda ACP com a média total de cada fragmento, na qual as 11 distâncias da borda formaram uma só amostra.

De acordo com a ACP (Figura 4) os parâmetros que separaram os fragmentos maiores dos menores foram os nutrientes, e não a matéria orgânica, como esperado.

A análise mostrou a tendência dos fragmentos grandes (maiores que 70 ha) de apresentar maiores níveis de cálcio, potássio e fósforo, e os menores apresentarem maiores níveis de magnésio. Como estes fragmentos encontram-se distantes um do outro, é improvável que proprietários diferentes, em locais diferentes conduzam identicamente a adubação ou que o histórico dessas áreas, tanto dos fragmentos maiores quanto os menores seja a mesma.

As diferenças no conteúdo de matéria orgânica não foram suficientes para influenciar a separação

entre fragmentos grandes e pequenos e nem na distância da borda.

ACP de distâncias da floresta

Cálculos de ACP das médias dos parâmetros para cada distância da borda foram realizados para discutir as relações entre o efeito da borda florestal e a distância na área cultivada (Figura 5).

Apesar da variação química devida a distância da floresta ser menor do que aquela relacionada a cada um dos locais de amostragem, as amostras compostas realizadas com as médias das análises a cada distância da borda, mostrou que o solo a 0 e 5 metros de distância da floresta tem consistentemente mais matéria orgânica que a maiores distâncias, e que aos 10, 15 e 20 metros, onde também a acidez potencial é mais alta, possivelmente devido ao efeito de complexação dos íons H⁺ na matéria orgânica.

A componente 1 explicou 44,82% da variância do conjunto de dados e separou as distâncias de 0 e 50 m das demais (Figura 5). As amostras da borda (0 m) mostraram-se ricas em matéria orgânica e Ca. Solos de floresta em geral, apresentam maiores valores de matéria orgânica do que solos cultivados (RAIJI et al., 1987). A 50 m, maior distância amostrada, a borda já não exerceu muita influência. Esta amostra, apesar de agrupada com a de 0 m, foi separada principalmente devido aos altos valores de Ca. Quantidades elevadas de Ca podem estar relacionadas ao uso de corretivos na lavoura, que interagem com os cátions trocáveis do solo, aumentando sua atividade química (FASSBENDER, 1978) neste estudo, principalmente após 25 m de distância da floresta. No fragmento Zélia, não houve amostragem em 50 m, a cultura alcançava até 45 m somente, tornando o *n* menor para essa distância, influenciando a ACP. Valores altos de matéria orgânica do fragmento Pastejo e de cálcio do fragmento Paiquerê foram os que mais contribuíram para a separação de 50m das demais distâncias da floresta.

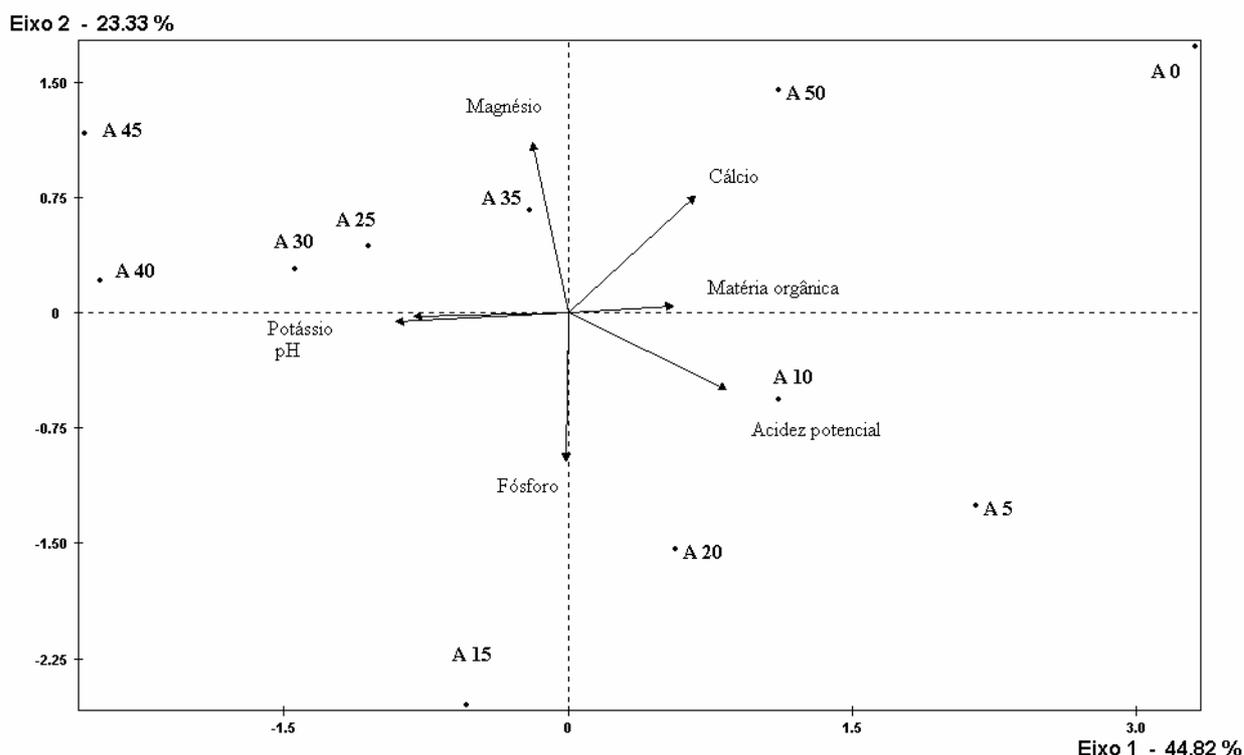


Figura 5. Análise de componentes principais das médias dos parâmetros nas diferentes distâncias da borda florestal.

As amostras de 5 e 10 m apresentaram influência maior da acidez potencial (AP). Em solos ácidos os principais constituintes da AP são hidróxidos de ferro e alumínio presentes nas superfícies das argilas ou espaços interlaminares, e fenóis e ácidos da matéria orgânica, o que garante a influência da matéria orgânica também nessas distâncias.

A segunda componente explicou 23,23% da variância dos dados e separou a distância de 15 m das demais, apresentando influência do P. O solo, em regiões tropicais apresenta geralmente pH baixo, com grandes quantidades de hidróxidos de ferro e alumínio e alta capacidade de retenção de fósforo. Essa retenção depende do conteúdo de matéria orgânica e hidróxidos livres de ferro, uma retenção de P está relacionada a baixos teores de matéria orgânica e baixa disponibilidade de óxidos de ferro e alumínio. A amostra de 15 m apresentou maior quantidade de P, conseqüentemente menor influência da matéria orgânica. De 25 a 45 m de distância da borda florestal a maior influência foi do pH e do K,

provavelmente devido a aplicação de insumos agrícolas. Após 15 m de distância da borda florestal foi que Ca, P e K exerceram maior influência, estando presentes nos fragmentos maiores.

Variabilidade Espacial

Foram feitos semivariogramas para verificar a variabilidade espacial dos dados. A semivariância entre um ponto e seu vizinho mais próximo foi calculada para todos os pontos do transecto.. Neste estudo, o lag, ou espaço entre amostras foi de 5m. Posteriormente foram calculadas as semivariâncias entre pontos afastados 10, 15, 20, 25 e 30m entre si. As semivariâncias foram calculadas através da fórmula: $g(h) = S^{n-h} [Z(x_i+h) - Z(x_i)]^2 / [2(n-h)]$, onde Z = estimativa do parâmetro (pH, matéria orgânica, etc); h = distância, x = pontos do transecto e n = nº de variáveis.

A variabilidade para a maioria dos nutrientes foi ascendente (Figura 6), não sendo possível verificar

a partir de qual distância, os valores passariam a ser independentes. No caso de quatro análises (Ca, Mg, K, pH e acidez potencial), os valores de semivariância se reduziram a cinco metros, mostrando a grande similaridade entre amostradas separadas por esta distância.

Os semivariogramas de matéria orgânica e de fósforo (Figura7) mostraram que há independência amostral a uma distância de 15 m, que indica que para esses parâmetros as amostras poderão ser coletadas neste intervalo.

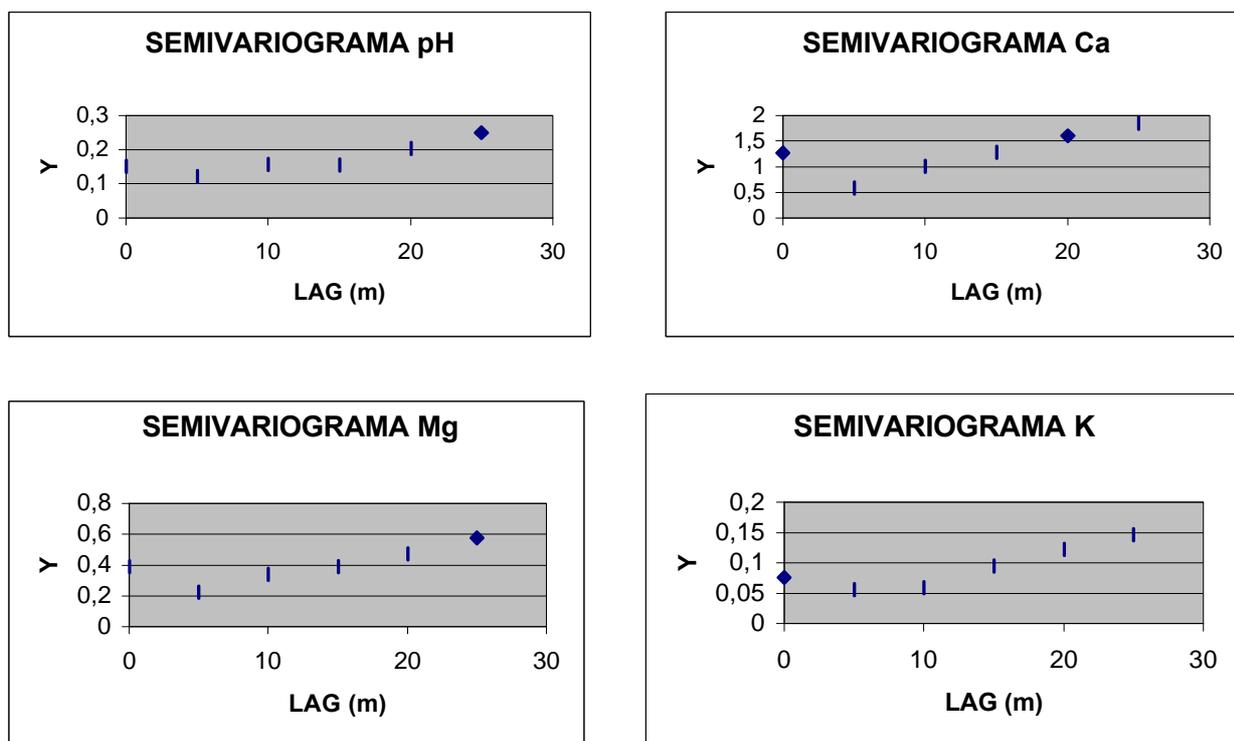


Figura 6. Semivariograma de pH, Ca, Mg e K.

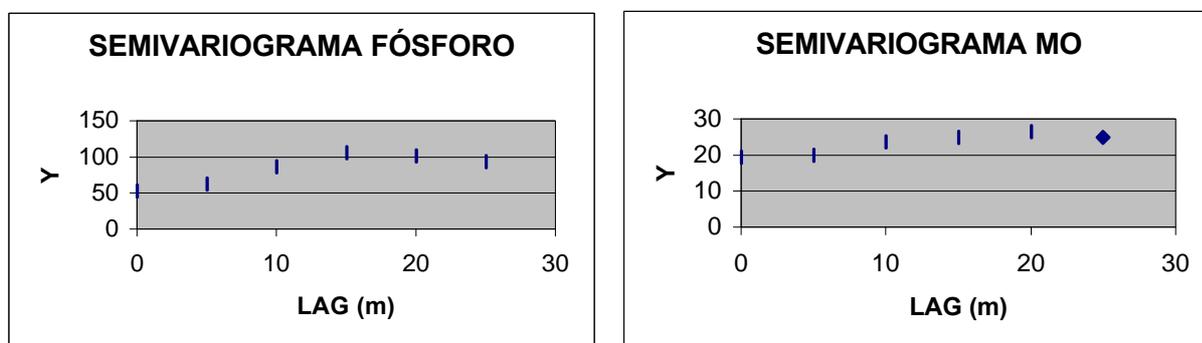


Figura 7. Semivariograma de matéria orgânica (MO) e fósforo (P).

Conclusões

A amostra da borda, 0 m, esteve separada das demais devido principalmente à quantidade maior de matéria orgânica e Ca,

Fragmentos florestais de maior tamanho exerceram maior influência em áreas agrícolas no aporte de nutrientes como Ca, P e K do que fragmentos menores.

A presença do fragmento florestal exerceu influência na MO do solo até dez metros de distância da borda. Após 10 m o manejo agrícola esteve mais evidenciado.

As amostras de solo para este tipo de estudo devem ser realizadas com espaçamento mínimo de 15 m.

A presença de fragmentos florestais em áreas agrícolas mostrou-se favorável a melhorar as condições de fertilidade do solo. Deve portanto ser estimulada a conservação e a recuperação de áreas florestais, com orientação para uma agricultura sustentável.

Referências

- CHIDUNMAYO, E.; KWIBISA, L. Effects of deforestation grass biomass and soil nutrient status in miombo woodland, Zambia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v.2034, p.1-9, 2003.
- FASSBENDER, H. W. *Química de Suelos*. San Jose, Costa Rica.: IICA, 1978. 389 p.
- JONGMAN, R. H. G.; BRAAK, C. J. F.; VANTOGEREN, O. F. R. *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 299 p.
- MARSHALL, E. J. P.; MOONEN, A. C. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v.89, p.5-21, 2002.
- PARANÁ. Secretaria do Meio Ambiente. *O estado atual da cobertura florestal do Paraná*. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/sema/atlas_pdf/9pdf>. Acesso em: 30 set. 2003.
- PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F.; ZEMPULSKI, H. C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D. C. *Manual de análise química de solo e controle de qualidade*. Londrina: IAPAR, 1992. 12 p.
- SPAD Versão 3.5 *Logiciel d'analyse des données*. Programa para análise de dados. CISIA-CERESTA. 1998.
- RODRIGUES, E. *Edge effect on the regeneration of forest fragments in Londrina, Pr*. 1998. Tese (Ph.D) -Harvard University.
- RAIJ, B. VAN.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M. E.; LOPES, A.S.; BAATAGLIA, O. C. *Análise química do solo para fins de fertilidade*. Campinas: Fundação Cargil, 1987.
- VELOSO, H.P.; GÓES FILHO, A. *Fitogeografia brasileira: classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical*. Salvador: Radambrasil, 1982. (Série Vegetação).

