

Influência das características químicas do solo na dinâmica de crescimento de um fragmento florestal

Tauane Garcia Barreto, Sylvio Péllico Netto, Ana Paula Dalla Corte, Aurélio Lourenço Rodrigues, Carlos Roberto Sanquetta

Universidade Federal do Paraná, Rua XV de Novembro, 1299, Centro, CEP 80060-000, Curitiba, PR, Brasil. E-mails: tauanebiologia@gmail.com, sylviopelliconetto@gmail.com, anapaulacorte@gmail.com, alourencorodrigues@gmail.com, carlos_sanquetta@hotmail.com

Resumo: O objetivo desse estudo foi analisar a influência de variáveis químicas do solo na dinâmica de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo, PR. Utilizou-se dados de inventário florestal contínuo no período de 2009 a 2013, em três parcelas permanentes de 1 ha cada, nas quais foram identificados e mensurados todos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito igual ou maior que 10,0 cm. A dinâmica florestal foi avaliada pelo incremento periódico anual em diâmetro e área basal, incremento corrente anual em área basal, mortalidade e recrutamento. O solo das parcelas foi analisado quimicamente (macro e micronutrientes) em profundidade de 0-20 cm, e posteriormente os dados foram submetidos a uma análise de componentes principais e posterior correlação entre as variáveis consideradas na dinâmica florestal. Quanto à dinâmica, observou-se um crescimento em diâmetro de $0,19 \text{ cm.ano}^{-1}$, e em área basal de $0,42 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. A taxa média de recrutamento (1,7%) foi superior à taxa média de mortalidade (1,0%), mostrando que o fragmento encontra-se em constante processo de recomposição e desenvolvimento. As correlações entre crescimento e as variáveis químicas do solo foram consideradas moderadas variando entre 0,4 e 0,6, indicando que a influência analisada não foi perceptível em sua totalidade.

Palavras chave : Condições edáficas, Dinâmica florestal, Floresta ombrófila mista.

Influence of the chemical characteristics of the soil in the growth dynamics of a forest fragment

Abstract: The objective of this study was to analyze the influence of chemical variables of the soil on the dynamics of a Mixed Ombrophilous Forest fragment in Sao João do Triunfo, PR. Data from continuous inventory from 2009 to 2013 were used, in three permanent plots of 1 ha each. All individual trees with diameter at breast height equal to or greater than 10.0 cm were identified and measured. The forest dynamics was assessed using the periodic annual increments in diameter and basal area, mortality and recruitment. The soil in the plots was chemically analyzed (macro and micronutrients) in 0-20 cm of depth, and, for the evaluation of its influence using the principal component analysis and correlation estimates among the considered variables. Regarding dynamics, growth in diameter of 0.19 cm.ano^{-1} was observed and basal area of $0.42 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, which are considered standards for this forest type. The average rate of recruitment (1.7 %) was higher than the mean rate of mortality (1.0 %), showing that the fragment is in continuous regeneration and development process. The correlations between growth and the chemical variables of the soil were considered moderate, ranging between 0.4 and 0.6, indicating that this interactive relationship was not detected in all circumstances.

Keywords: Edaphic conditions, Forest dynamics, Mixed ombrophilous forest.

Introdução

Estudos relacionadas ao manejo dos remanescentes florestais têm, sido cada vez mais justificáveis, tendo em vista a crescente fragmentação das formações florestais. No Paraná, a área original de Floresta Ombrófila Mista representava cerca de 40% (Figueiredo *et al.*, 2010), contudo, em uma referência mais atual, Accioly (2013) afirma que essa porcentagem foi reduzida para 32,6%, de forma que essas áreas apresentam extrema importância ambiental e científica, pois representam os últimos remanescentes da biodiversidade dessa unidade fitoecológica.

Informações sobre a dinâmica florestal, são atualmente relevantes, visto que, os processos dinâmicos da floresta, bem como seus aspectos florísticos e estruturais, são importantes indicadores das condições de conservação e do estágio sucessional em que se encontra um determinado remanescente. Assim sua compreensão essencial para a elaboração de planos de manejo e conservação em ecossistemas florestais (Sanquetta *et al.*, 2014).

Dentre os atributos comumente avaliados na dinâmica florestal se destacam o crescimento, a mortalidade e o recrutamento. As estimativas para esses atributos são obtidas, principalmente, a partir de inventários florestais contínuos, com base em parcelas permanentes, monitoradas a médio e longo prazos (Figueiredo *et al.*, 2010), método esse capaz de avaliar de forma integrada esses processos dinâmicos (Sanquetta, 2008).

A realização de estudos detalhados sobre a estrutura e dinâmica de florestas naturais é fundamental para assegurar a sua conservação e manejo adequado. Embora seja uma tarefa difícil, a qual envolve dedicação e observações de longo prazo, tendo em vista a complexidade, heterogeneidade e lentidão dos processos dinâmicos desses ecossistemas (Sanquetta, 2008).

Segundo Fidalski *et al.* (2007) estudos que tem por objetivo analisar as interações entre solo-floresta, de modo geral, apresentam inúmeras variáveis, as quais são descritas por meio de análises estatísticas univariadas, que possivelmente comprometem as interpretações e suas conclusões, por não ser explorada a existência da dependência entre as variáveis analisadas. Nesse contexto, a interação dessas

variáveis pode ser estudada pelos métodos estatísticos multivariados, que permitem o agrupamento das populações com características similares, possibilitando melhor entendimento do fenômeno estudado (Mingoti, 2005).

Portanto, a análise dos componentes principais é um método que pode ser usado para reduzir a dimensionalidade dos dados multivariados, permitindo ao pesquisador a organização os dados (fazendo combinações lineares entre as variáveis originais), para que as novas variáveis resultantes, também chamadas de componentes, representem o total de informações disponíveis. Essa técnica ainda possui a propriedade de cada componente não estar correlacionando com todos os outros, o que tem a vantagem de eliminar a multicolinearidade entre as variáveis (Lattin, 2011).

Dessa forma o objetivo deste estudo foi analisar a influência das variáveis químicas do solo (macro e micronutrientes) na dinâmica de crescimento de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista.

Material e métodos

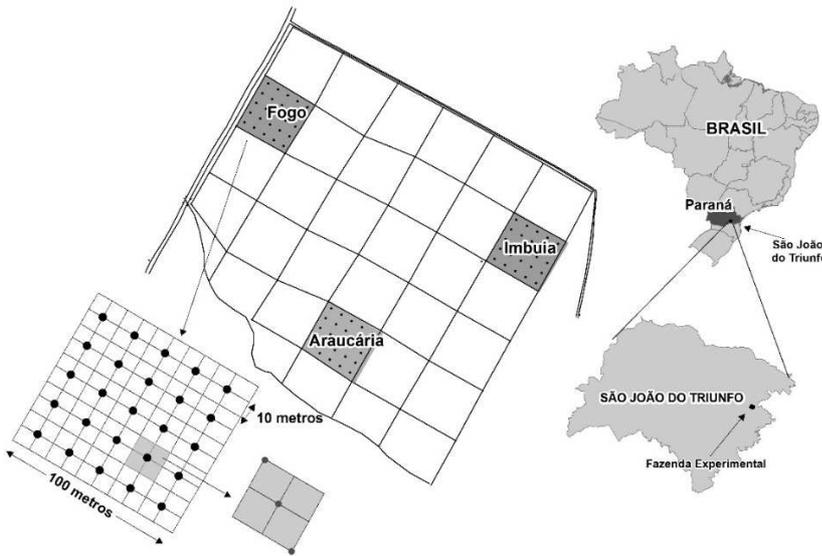
O estudo foi executado na Estação Experimental Rudi Arno Seitz pertencente à Universidade Federal do Paraná [UFPR], localizada no município de São João do Triunfo/PR. Trata-se de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, com cerca de 32 ha de área total, cujo clima da região é do tipo Cfb, temperado sempre úmido, de acordo com a Classificação Climática de Köppen, Instituto Agrônomo do Paraná [IAPAR], (2012). O solo predominante no fragmento é o Latossolo, com caráter álico e distrófico (Durigan, 1999).

Foram utilizados dados provenientes de um inventário florestal contínuo em três parcelas permanentes de 1 ha cada (Figura 1), subdivididas em 25 subunidades com dimensões de 20 x 20m (400 m²), e nomeadas como Araucária (parcela com predominância de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no dossel), Fogo (parcela mista com *Araucaria angustifolia* e espécies folhosas no dossel, que no passado foi atingida por um incêndio) e Imbuia (parcela com predominância de espécies folhosas no dossel, especialmente *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso).

Os anos de análise foram de 2009 a 2013, nos quais todos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito igual ou superior a 10,0 cm foram mensurados e identificados em nível de espécie e família botânica. As remediações anuais

foram inseridas no banco de dados, e contabilizados os indivíduos recrutados ($DAP \geq 10,0$ cm), bem como os indivíduos que passaram pelo processo de mortalidade.

Figura 1. Localização da área de estudo e parcelas permanentes, com detalhe da localização dos pontos de amostragem.



Considerou-se neste estudo como os aspectos dendrométricos representativos do fragmento, o diâmetro médio e dominante, a altura média e dominante e volume. A altura e o volume por indivíduo foram calculados por relações hipsométricas e funções de afilamento polinomiais de 5º grau, respectivamente conforme os modelos matemáticos descritos por Pizatto (1999). Em ambos os modelos, utilizou-se coeficientes ajustados para a espécie *Araucaria angustifolia* (conífera) diferenciado das demais espécies arbóreas (folhosas).

A dinâmica do crescimento da floresta foi avaliada pelos incrementos periódicos anuais em diâmetro (IPA dap) e área basal (IPA G), e pelos incrementos correntes anuais em área basal (ICA G). O IPA foi calculado por meio da diferença entre os valores final e inicial do diâmetro e área basal por indivíduo, dividido pelos quatro períodos considerados nesse estudo. O ICA foi calculado por períodos, subtraindo-se o valor da área basal para o ano final do período pelo ano inicial, sendo que o primeiro período abrangeu o incremento entre 2009 e 2010 e o último período o

incremento entre 2012 e 2013.

A taxa de mortalidade foi obtida pela razão entre o número de indivíduos classificados como mortos e o número total de indivíduos vivos no ano de inventário, bem como a taxa de recrutamento, entre o número de indivíduos que atingiram o diâmetro mínimo de inclusão no ano de avaliação pelo número total de árvores vivas nesse ano.

Para a análise química do solo, foram coletadas amostras compostas a cada 4 subparcelas, sendo 25 amostras por parcela permanente no total. Cada amostra composta foi gerada por três amostras simples, retiradas de forma diagonal nas sub parcelas (Figura 1), utilizando trado Holandês, na profundidade de 0-20 cm. Os nutrientes analisados no estudo foram Al ($\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$), H+Al ($\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$), Ca ($\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$), Mg ($\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$), K ($\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$), P (ppm), N (%), C ($\text{g}.\text{dm}^{-3}$), Cu ($\text{mg}.\text{kg}^{-1}$), Mn ($\text{mg}.\text{kg}^{-1}$), Fe ($\text{mg}.\text{kg}^{-1}$) e Zn ($\text{mg}.\text{kg}^{-1}$), além do pH em CaCl_2 , com base na metodologia descrita por Pavan *et al.* (1992) para a análise dos macronutrientes e

Reed e Martens (1996) para os micronutrientes.

A partir dos resultados dessas análises, foram calculados outros parâmetros: Soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%) e saturação de alumínio (m%) de acordo com recomendações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [EMBRAPA] (2011), bem como a percentagem de matéria orgânica (MO), calculada pela multiplicação do valor de carbono orgânico (g.dm^{-3}) pelo fator de transformação de 1,724, considerando-se que na composição média da matéria orgânica do solo, o carbono participa com 58% (Embrapa, 2011).

Para a compreensão das relações do componente arbóreo e condições edáficas, utilizou-se a estatística multivariada com a técnica da análise de componentes principais, de forma que a seleção do número de componentes principais foi baseada no critério de análise da qualidade de aproximação da matriz de correlações, apresentando-se somente os componentes associados a autovalores superiores a 1 (Mingoti, 2005). Posteriormente realizaram-se correlações lineares, já considerando sua significância ($p < 0,05$), entre os componentes principais obtidos para os dados de solo e as variáveis da dinâmica florestal, considerando somente as correlações com valores de r acima de 0,4. Os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do software *Statgraphics* (Statgraphics, 1999).

Resultados e discussão

Florística e estrutura horizontal

O fragmento apresentou um total de 708 ind.ha^{-1} , distribuídos em 32 famílias e 77 espécies, para o ano de 2009. Em 2013, foram encontrados 734 ind.ha^{-1} no total, contabilizando um recrutamento de 79 indivíduos (3,5%), distribuídos em 33 famílias e 80 espécies, e para esse período as três famílias mais representativas foram Lauraceae (167 ind.ha^{-1}), Araucareaceae (142 ind.ha^{-1}) e Myrtaceae (117 ind.ha^{-1}). Em estudos na mesma área, Dalla Lana (2012), no período de 1995 a 2011, encontrou 72 espécies e 29 famílias, para um total de 782 ind.ha^{-1} , corroborando com os resultados obtidos neste estudo e ressaltando o fato de que o fragmento encontra-se em constante alteração de sua composição florística.

Referente aos aspectos dendrométricos (Tabela 1) a parcela Imbuia apresentou os maiores valores para DAP médio e dominante, seguida das parcelas Araucária e Fogo. Para o fragmento obteve-se em 2009 um diâmetro médio de 22,2 cm aumentado em 0,1 cm em 2013, e um diâmetro dominante de 51,9 em 2009, acrescido de 0,7 cm em 2013. Em fragmento urbano, também de Floresta Ombrófila Mista, Barreto *et al.*, (2014) encontrou valores inferiores aos do presente estudo, com 21,7 cm para diâmetro médio e 43,7 para diâmetro dominante.

Tabela 1- Aspectos dendrométricos para um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em São João do Triunfo/PR.

Parcelas	Ano	dap médio	dap dom	H média	H dom	Volume	Volume médio
		cm	cm	m	m	$\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$	$\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$
Araucaria	2009	23,0	50,4	17,5	22,3	499,1	513,9
	2013	21,2	44,6	17,4	21,7	529,7	
Imbuia	2009	24,5	57,9	18,0	24,3	751,1	758,5
	2013	24,3	57,6	18,0	24,2	755,4	
Fogo	2009	20,8	43,2	17,2	21,6	401,7	417,6
	2013	21,2	44,6	17,4	21,7	436,8	
Fragmento	2009	22,2	51,9	17,5	22,9	550,6	563,3
	2013	22,3	52,6	17,5	23,0	574,0	

NOTA: dap médio = diâmetro médio; dap dom = diâmetro dominante; H média = altura média; H dom = altura dominante.

Fonte: Dados da Pesquisa

Os valores mais representativos para altura média e dominante também foram obtidos para a parcela Imbuia, variando entre 13,2 m e 38,2 m, seguidas das parcelas Araucária (13,2 a 26,3 m) e Fogo (13,1 a 25,8 m). A altura média para o fragmento foi de 17,5 m, que se manteve durante o período analisado, superior ao encontrado por Ebling (2012) com 15,6 m, também para Floresta Ombrófila Mista. Para as três parcelas, a espécie *Araucaria angustifolia* foi a que resultou nas maiores alturas.

Os maiores volumes também foram encontrados na parcela Imbuia, bem como valores superiores para diâmetro e altura, atribuídos a maior quantidade de indivíduos de grande porte diamétrico, que de forma direta, interfere no volume da parcela. O volume médio por hectare obtido por parcela e para o fragmento foi de 563,3 m³.ha⁻¹, semelhante porém inferior ao obtido por Barreto *et al.* (2014) em análise do volume médio estimado para um fragmento florestal urbano, de 1ha, em Curitiba/PR, os quais encontraram valores de 591,86 e 675,24 m³.ha⁻¹ nos anos de 2009 e 2013, respectivamente, representando um incremento médio anual (IMA) de 20,85 m³.ha⁻¹.ano⁻¹. Weber *et al.* (2005) também em Floresta Ombrófila Mista, obtiveram volume de 524,57 m³.ha⁻¹ para o ano de 1997, e 560,99 m³.ha⁻¹ para o ano de 2005, valores esses também semelhantes aos obtidos por Barreto *et al.* (2014) e para o presente estudo.

Contudo, quanto ao incremento periódico anual (IPA) volumétrico a parcela Fogo obteve o maior valor dentre as demais com 8,8 m³.ha⁻¹.

ano⁻¹, seguida da parcela Araucária com 7,7 m³.ha⁻¹.ano⁻¹, e bem abaixo ficou a parcela Imbuia com 1,1 m³.ha⁻¹.ano⁻¹. O baixo incremento na parcela Imbuia decorre da mortalidade de árvores grandes com diâmetros entre 45 e 65 cm, não compensada em termos volumétricos pelo recrutamento. Essa redução não é sentida quando se trata do volume total da parcela, visto que para essa as taxas de mortalidade e recrutamento foram semelhantes.

Já para o fragmento, o IPA em volume foi de 4,6 m³.ha⁻¹.ano⁻¹. Sanquetta *et al.* (2003) em estudos realizados na mesma área, para um período de 1995 a 2002, encontrou o incremento periódico anual em volume de 2,83 m³.ha⁻¹.ano⁻¹. Ainda, esse autor em pesquisa mais recente (Sanquetta *et al.*, 2010), também na mesma área de estudo, para o período de 1995 a 2007, apresentou um valor superior de IPA em volume, sendo 5,66 m³.ha⁻¹.ano⁻¹, mais semelhante ao encontrado no presente estudo, porém superior.

Dinâmica do crescimento das plantas

O incremento periódico em diâmetro (IPA dap) foram semelhantes estatisticamente, embora a parcela Fogo tenha apresentado o maior valor (Tabela 2.). Para a floresta esse incremento foi de 0,19 cm.ano⁻¹, semelhante ao obtido por Figueiredo *et al.* (2010) em comparação com diversos resultados de incrementos médios obtidos em estudos realizados com parcelas permanentes em Floresta Ombrófila Mista, o qual relatou uma média de 0,22 cm.ano⁻¹.

Tabela 2- Aspectos da dinâmica de crescimento para um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em São João do Triunfo/PR.

Parcelas	IPA DAP (cm.ano ⁻¹)		ICA G (m ² .ha ⁻¹ .ano ⁻¹)			IPA G (m ² .ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	Mortalidade (%)
	2010-2013	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013		2010-2013
Araucária	0,17	0,53	0,46	0,59	0,64	0,56	0,67
Imbuia	0,18	0,65	0,35	-0,65	-0,13	0,06	1,26
Fogo	0,22	0,58	0,42	0,69	0,90	0,65	1,07
Fragmento	0,19	0,59	0,41	0,21	0,47	0,42	0,99

Fonte: Dados da Pesquisa

Quanto ao IPA em área basal, a parcela Imbuia apresentou um valor de $0,06 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, valor muito inferior ao encontrado para as parcelas Araucária e Fogo, com 0,56 e 0,65 $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, respectivamente. Possivelmente, valores negativos para ICA G nos últimos dois anos analisados, de -0,65 e -0,13 $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, respectivamente, para a parcela Imbuia, refletiram no baixo incremento, indicando que o recrutamento nessa parcela não foi suficiente para cobrir a mortalidade de indivíduos com diâmetros entre 45 e 60 cm.

O fragmento apresentou valores crescentes de área basal nos anos estudados, representando um crescimento de $0,42 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, embora pode ser observado um decréscimo do ICA G em três dos quatro anos estudados, na escala de 0,18 e 0,20 $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, atribuído possivelmente à mortalidade, não somente em número de indivíduos, mas ao porte das árvores mortas com diâmetros dominantes. Moscovich (2006) em Nova Prata/RS e Mognon *et al.* (2012) em General Carneiro/PR encontraram valores de $0,37 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ e $0,12 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ respectivamente, para o incremento periódico em área basal, inferiores ao apresentado nesse estudo, indicando que o fragmento encontra-se em desenvolvimento, embora tenha apresentado leve variabilidade dos incrementos quanto a área basal.

Com relação ao recrutamento e mortalidade, as diferenças entre as taxas foram de quase 1% para as parcelas Araucária e Fogo, ao contrário da parcela Imbuia, que apresentou diferença de 0,3%. Isso mostra o comportamento diferenciado dessa parcela por apresentar no ano de 2011, a maior taxa de mortalidade (2,6%) e a menor taxa de recrutamento (0,3%). Contudo, na dinâmica, o recrutamento foi superior à mortalidade para as parcelas estudadas, corroborando com estudos realizados por Durigan (1999), Pizzato (1999), Schaaf (2001) e Sanquetta *et al.* (2003), na mesma Estação experimental.

Já o fragmento apresentou taxas médias de mortalidade e recrutamento, com os valores de 1,0 e 1,7%, respectivamente, semelhante ao encontrado por Sanquetta *et al.* (2003) nesta mesma área de estudo, no período de 6 anos, com taxa de mortalidade de 1,9 %, atribuída à competição das árvores pela maior densidade da floresta. Esses autores ainda observaram uma

taxa de recrutamento de 5,6%, muito superior ao obtido neste estudo.

Conforme Rossi *et al.* (2007), em geral, a taxa média de mortalidade para florestas naturais está entre 1 e 2% e a taxa média de recrutamento apresenta taxa um pouco mais elevada, com média de quase 3%, de forma que esses resultados corroboram com os obtidos neste trabalho, indicando o contínuo desenvolvimento da floresta, em pleno processo de recomposição, havendo espaço para ingresso de novas plantas em nível acima daquele liberado pelos indivíduos mortos (Sanquetta *et al.*, 2003).

Condições químicas do solo

A estatística descritiva para os atributos químicos do solo pode ser observada na Tabela 3. As parcelas apresentaram valores para pH considerados baixos (3,4 a 3,8), indicando acidez muito alta, e teores de Al trocável considerados altos, de forma a refletir nos valores de saturação por Alumínio (m%), tidos como muito prejudicial (Souza *et al.*, 2008). Segundo Tomé (1997), valores de pH abaixo de 4,5 desencadeiam essas condições desfavoráveis ao solo, como a pobreza em Ca e Mg e altos teores de alumínio.

Com relação às bases trocáveis, os teores para Ca, Mg e K foram considerados baixos a médios (Raij, 1991 & Chaves *et al.*, 1998), bem como para a soma das bases e saturação por bases (V%) de acordo com Raij (1991), ressaltando uma condição vulnerável na composição por macronutrientes. Da mesma forma, o fósforo apresentou valores baixos segundo Bortolon e Gianello (2008), possivelmente por conta da acidez elevada.

Com relação à matéria orgânica do solo (MO%), as parcelas Araucária e Imbuia apresentaram valores semelhantes de 53,0 e 55,6 $\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ respectivamente, enquanto que a Fogo apresentou-se inferior com $31,4 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$. A matéria orgânica é por si só um importante indicador da fertilidade, por estar relacionada com a capacidade de trocas catiônicas (CTC), teores de nitrogênio e outros nutrientes (Oliveira, 2010), de forma que os valores de CTC foram considerados médios para as três parcelas conforme Mello (1983). Dessa forma, a matéria orgânica (MO) apresentou teor satisfatório para o fornecimento de nutrientes e para a manutenção do valor do pH do solo, de acordo com Suzuki *et al.* (2007).

Quanto aos micronutrientes, em sua maioria apresentaram valores altos para as três parcelas estudadas conforme Raji *et al.*, (1996), com exceção do Zn, que mostrou um valor considerado médio para a parcela Araucária e valor alto para as demais parcelas. Destaca-se também o fato de que o Mn e Fe apresentaram valores considerados muito altos (acima do valor considerado alto pela classificação de Raji *et al.*,

1996), isso reflete uma das características dos solos muito ácidos. Embora os teores elevados desses micronutrientes possam ser indícios de toxidez, provavelmente esse efeito não é observado nas parcelas, visto que a composição estrutural e a dinâmica da floresta não aparentam ser afetadas por essa característica.

Tabela 3- Composição química do solo de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em São João do Triunfo/PR.

Parcelas	Estatística	pH CaCl ₂	Al	H+Al	Ca	Mg	K	N	P	C	MO	Cu	Mn	Fe	Zn	SB	CTC Efetiva	CTC Total	V	m
Araucária	Média	3,48	5,03	17,36	0,13	0,17	0,18	0,36	3,99	30,74	53,00	1,31	13,99	23,30	0,80	0,47	5,50	17,83	2,66	90,82
	Desvio padrão	0,09	1,44	1,61	0,14	0,09	0,02	0,04	2,13	6,58	11,34	0,11	8,66	5,56	0,30	0,22	1,47	1,58	1,28	4,46
	Coefficiente de Variação (%)	2,44	28,62	9,29	109,68	54,45	13,38	12,14	53,53	21,40	21,40	8,49	61,95	23,88	37,01	47,20	26,76	8,84	48,18	4,92
	Valor Mínimo	3,30	1,63	14,10	0,00	0,00	0,14	0,29	1,90	22,20	38,27	1,12	2,52	16,20	0,32	0,23	2,01	14,51	1,29	81,09
	Valor Máximo	3,60	6,93	20,40	0,53	0,37	0,24	0,49	12,70	49,40	85,17	1,48	37,92	41,56	1,68	1,02	7,26	20,75	5,89	96,31
Imbuia	Média	3,79	2,64	11,66	1,89	0,70	0,25	0,35	2,63	32,28	55,64	0,81	45,08	14,64	1,38	2,83	5,48	14,50	20,23	47,21
	Desvio padrão	0,28	1,85	3,41	1,21	0,42	0,09	0,08	1,06	10,04	17,31	0,25	15,22	6,70	0,56	1,67	3,00	2,90	12,42	17,59
	Coefficiente de Variação (%)	7,32	69,90	29,20	64,33	60,32	35,06	22,47	40,13	31,11	31,11	30,75	33,77	45,73	40,71	59,13	54,79	20,03	61,40	37,26
	Valor Mínimo	3,30	0,31	6,70	0,40	0,10	0,11	0,24	1,60	21,20	36,55	0,44	14,92	6,80	0,56	0,61	1,33	11,04	4,15	11,28
	Valor Máximo	4,30	6,21	20,40	4,50	1,60	0,47	0,57	5,90	66,90	115,34	1,60	69,88	30,24	2,96	6,39	11,70	22,47	48,82	73,64
Fogo	Média	3,57	5,75	15,82	0,26	0,71	0,29	0,35	4,97	18,25	31,47	1,86	24,60	24,50	1,55	1,25	7,00	17,08	7,37	82,58
	Desvio padrão	0,09	0,56	1,37	0,29	0,42	0,08	0,03	3,03	6,04	10,42	0,31	8,64	4,73	0,47	0,76	0,71	1,08	4,59	8,68
	Coefficiente de Variação (%)	2,65	9,80	8,68	114,34	58,75	26,31	8,51	60,86	33,10	33,10	16,96	35,13	19,31	30,17	60,40	10,09	6,35	62,25	10,52
	Valor Mínimo	3,40	4,61	13,10	0,01	0,15	0,20	0,28	0,90	6,00	10,34	1,08	10,20	14,52	0,76	0,48	6,07	14,74	2,86	61,42
	Valor Máximo	3,80	6,81	19,00	1,26	1,94	0,55	0,39	13,90	28,50	49,13	2,44	40,36	37,16	2,76	3,75	9,72	19,74	22,26	92,18

pH= potencial hidrogeniônico em CaCl₂; Al= Alumínio; H+Al= acidez potencial; Ca= Cálcio; Mg= Magnésio; K= Potássio; N= nitrogênio; P= Fósforo; C= Carbono; MO= matéria orgânica; Cu= Cobre; Mn= Manganês; Fe= Ferro; Zn= Zinco; SB= Soma de Bases; CTC ef= capacidade de troca de cátions efetiva; CTC tot= capacidade de troca de cátions total; V= saturação por bases; m= saturação por Alumínio.

Fonte: Dados da Pesquisa

Variáveis químicas do solo e sua correlação com o crescimento arbóreo

O solo das parcelas de estudo foi representado quimicamente por 19 variáveis, das quais foram obtidos em 6 componentes principais na parcela Araucária, 5 na Fogo e 4 na Imbuia, que de forma acumulada foram capazes de explicar mais de 80% da variabilidade total dos dados, conforme apresentado na Tabela 4.

Silva *et al.* (2010), estudando atributos químicos de um Latossolo vermelho-amarelo húmico cultivado com café, encontraram cinco componentes principais considerando 22 variáveis na análise, e de forma semelhante Alves *et al.* (2014) analisando a variabilidade espacial de atributos físico-químicos do solo, apresentaram 3 componentes principais de 14

variáveis consideradas, ambos representando mais de 70% da variância acumulada. Já Santi *et al.* (2012) analisando atributos químicos e físicos do solo limitantes à produtividade de grãos, apresentaram cinco componentes que juntos explicaram 99,24% das variâncias dos dados, sendo que o primeiro componente explicou 53,83% da variabilidade química do solo da área experimental.

Após eliminar multicolinearidade das variáveis do grupo de solo com a obtenção de seus componentes principais, esses foram correlacionados com as variáveis da dinâmica florestal, sem transformações (Tabela 5.). As correlações significativas encontradas foram entre 0,40 e 0,62, consideradas moderadas. Na parcela Imbuia não houve correlações significativas,

possivelmente, devido a seu solo apresentar maiores teores para as variáveis analisadas, de

forma a não haver uma limitação específica por nenhum nutriente, limitando as correlações.

Tabela 4- Componentes principais para variáveis químicas do solo em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em São João do Triunfo/PR.

Variáveis	Parcela Araucária						Parcela Imbuia				Parcela Fogo				
	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3	Comp. 4	Comp. 5	Comp. 6	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3	Comp. 4	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3	Comp. 4	Comp. 5
Al	0,12	0,31	-0,41	-0,03	-0,01	-0,11	0,19	-0,14	0,45	0,38	0,17	-0,29	-0,06	0,13	-0,50
C	-0,27	0,12	0,34	0,21	-0,15	-0,04	0,09	0,39	0,22	-0,02	0,09	0,13	0,64	0,06	-0,05
Ca	0,31	0,05	0,33	0,02	-0,02	-0,04	0,33	0,04	-0,01	-0,13	-0,33	-0,04	0,04	0,07	0,02
CTC efetiva	0,16	0,33	-0,37	-0,01	-0,01	-0,11	0,31	-0,07	0,26	0,18	-0,22	-0,31	-0,01	0,08	-0,41
CTC total	-0,19	0,41	0,10	-0,14	-0,08	0,18	-0,04	0,43	0,05	0,12	0,07	-0,48	0,13	0,09	0,25
Cu	0,10	-0,02	0,09	-0,61	-0,24	-0,10	-0,16	-0,12	-0,37	0,50	-0,02	-0,25	0,15	-0,56	-0,07
Fe	-0,04	0,32	-0,05	-0,23	0,35	-0,15	-0,27	0,11	0,14	-0,18	0,12	-0,40	0,19	-0,21	0,25
H+Al	-0,23	0,38	0,06	-0,15	-0,08	0,17	-0,20	0,34	0,05	0,15	0,24	-0,34	0,09	0,08	0,20
K	0,09	0,03	0,04	0,04	0,59	0,46	0,22	0,18	-0,07	-0,01	-0,28	-0,03	0,21	-0,08	-0,18
m	-0,09	-0,13	0,22	-0,54	0,35	0,10	-0,10	-0,19	0,50	0,41	0,33	0,01	-0,03	0,05	-0,15
Mg	0,34	0,19	0,13	0,10	0,04	0,11	0,33	-0,01	-0,06	-0,02	-0,33	-0,09	-0,01	-0,08	0,00
Mn	0,34	0,05	0,21	-0,11	-0,13	0,09	0,22	0,01	-0,31	0,44	-0,20	0,19	0,14	0,38	0,08
MO	-0,27	0,12	0,34	0,21	-0,15	-0,04	0,09	0,39	0,22	-0,02	0,09	0,13	0,64	0,06	-0,05
N	0,04	0,40	-0,04	0,21	0,20	-0,15	0,10	0,40	0,06	0,07	-0,02	-0,20	0,02	0,61	0,13
P	0,06	0,03	-0,19	0,04	-0,32	0,77	-0,02	0,28	-0,31	0,25	0,09	0,02	0,11	0,01	-0,54
pH	0,26	-0,30	-0,21	0,08	0,03	-0,04	0,32	-0,13	-0,05	-0,10	-0,30	0,05	0,11	-0,15	0,16
SB	0,33	0,13	0,29	0,08	0,04	0,01	0,34	0,04	-0,03	-0,10	-0,34	-0,07	0,03	-0,02	-0,01
V	0,36	0,07	0,23	0,15	0,07	-0,06	0,33	-0,08	-0,04	-0,10	-0,34	-0,03	0,02	-0,03	-0,02
Zn	0,25	0,15	0,01	-0,22	-0,36	-0,07	0,23	0,12	-0,14	0,18	-0,23	-0,34	0,02	0,19	-0,07
Autovalor	5,97	3,59	2,83	1,37	1,20	1,01	8,52	4,88	1,77	1,34	8,60	2,91	2,10	1,92	1,12
Variância (%)	31,40	18,91	14,88	7,21	6,34	5,31	44,87	25,71	9,34	7,06	45,29	15,31	11,05	10,12	5,89
Variância acumulada (%)	31,40	50,31	65,19	72,41	78,74	84,06	44,87	70,57	79,91	86,97	45,29	60,60	71,65	81,78	87,67

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 5- Correlação linear dos componentes principais das variáveis químicas do solo com o grupo das variáveis da dinâmica florestal de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em São João do Triunfo/PR.

Parcelas	Componente	Variáveis representativas do componente	ICA G 09-10	ICA G 10-11	ICA G 11-12	ICA G 12-13	IPA G	IPA dap	M	R
Araucária	Comp. 3	Al, C, Ca, CTC efetiva e MO	-	0,51	-	-	-	-	-	-
	Comp. 5	Fe, Zn e K	0,47	-	-	-	-	-	0,58	-
Imbuia			não houve correlações significativas							
Fogo	Comp.3	C e MO	0,44	-	-	0,62	0,48	-	-	-
	Comp.5	Al, CTC efetiva e P	0,45	0,40	-	-	-	-	-	-

Fonte: Dados da Pesquisa

Nota-se que o componente 3, representado pela matéria orgânica, na parcela Fogo, correlacionou-se significativamente com o incremento corrente anual em área basal no período de 2009-2010 ($r=0,44$) e de 2012-2013

($r=0,62$), e com seu incremento periódico anual ($r=0,48$), bem como o componente 3 da parcela Araucária com o incremento corrente anual em área basal no período de 2010-2011 ($r=0,51$). Acredita-se essas variáveis foram influenciadas

positivamente pelos teores de matéria orgânica, possivelmente pelo fato de ser um dos melhores indicadores de qualidade do solo, pois se relaciona com inúmeras propriedades físicas, químicas e biológicas (Reichert *et al.*, 2003), revelando que mesmo com a baixa fertilidade do solo e com MO de $31,4 \text{ g.dm}^{-3}$, ainda foi capaz de proporcionar condições favoráveis para o desenvolvimento em área basal dos indivíduos da parcela, nos períodos citados. E o carbono, por compor cerca de 58% da matéria orgânica do solo (Embrapa, 2011), também fez parte das correlações, em consequência dessa associação.

Silva (1993) em estudo das relações solo-vegetação como instrumento para o manejo da vegetação do cerrado no Triângulo Mineiro/MG encontrou correlação semelhante entre matéria orgânica e a área basal. Mais recentemente, Pelissari (2012) em estudos sobre a silvicultura de precisão aplicada ao desenvolvimento de *Tectona grandis* L.f. na região sul do estado de Mato Grosso, também encontrou correlações positivas e significativas, de cerca de 0,40, da área basal com os teores de matéria orgânica do solo. Portanto, em ecossistemas florestais essa relação direta entre área basal e matéria orgânica é esperada, uma vez que, quanto maior a ocupação do ambiente florestal (representada pela área basal) maior também é a deposição de serapilheira que irá compor a matéria orgânica (Rodrigues, 2012).

Embora tenha sido encontrada correlação entre o componente 5 representado por Fe, Zn e K, com a mortalidade na parcela Araucária ($r=0,58$), por conta dos altos teores destes elementos, esse processo da dinâmica florestal pode ser causado por diversos motivos dentre eles: idade ou senilidade, competição e supressão, doenças ou pragas, condições climáticas, entre outros (Sanquetta, 1996). Por esse motivo, pode-se somente inferir que os teores desses nutrientes representativos do componente influenciaram positivamente a mortalidade nessa parcela, durante o período estudado, contudo sem garantir que somente esse fato foi a causa da mortalidade.

Observou-se ainda que o incremento corrente anual em área basal no período de 2010 a 2011 relacionou-se positivamente com o componente 3 na parcela Araucária ($r=0,51$), e com o componente 5 na parcela Fogo ($r=0,40$), sendo que esses componentes possuem em

comum os elementos Al e CTC efetiva na sua composição. Isso pode demonstrar que houve uma adaptação quanto à qualidade álica do solo nessa parcela, a qual contribuiu positivamente para o incremento em questão.

Silva *et al.* (1987), estudando as relações entre parâmetros do solo e da vegetação de cerrado na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba/MG, encontraram correlação positiva entre os teores de alumínio com a altura, densidade e área basal da vegetação, corroborando com os resultados encontrados no presente estudo.

Embora as florestas nativas tropicais e subtropicais apresentem elevada produtividade primária e diversidade, essas características não estão necessariamente associadas a solos férteis. Segundo Espig *et al.* (2008), esse fato pode ser explicado por conta de alguns mecanismos característicos de ecossistemas de florestas tropicais sob solos de baixa fertilidade, como a localização de maiores estoques de nutrientes na parte aérea das árvores; presença de muitas raízes finas na superfície do solo penetrando a manta, frequentemente observadas em florestas tropicais, o que pode explicar, em parte, como se dá a manutenção de uma floresta natural não perturbada sobre um solo de baixa fertilidade; equilíbrio entre demanda e liberação de nutrientes, favorecido pela diversidade de espécies.

Conclusões

Na dinâmica florestal, o crescimento em diâmetro e área basal foi considerado semelhante a outros estudos na mesma tipologia florestal. A taxa média de recrutamento foi superior à taxa média de mortalidade, indicando que o fragmento encontra-se em constante processo de recomposição e desenvolvimento. Em relação à condição química do solo, observou elevada acidez, alta concentração de alumínio (Al^{+3}) e baixa saturação por bases, indicando locais de baixa fertilidade natural.

As técnicas de análise multivariada de dados possibilitaram a redução das variáveis estudadas por meio dos componentes principais, os quais representaram 70% da variância total dos dados. Em geral, o número de correlações

significantes entre os grupos de variáveis analisados foram poucas e consideradas moderadas, indicando que a influência das variáveis químicas do solo na dinâmica florestal não foi perceptível em sua totalidade.

Referências

- Accioly, P. (2013). *Mapeamento dos remanescentes vegetais arbóreos do estado do Paraná e elaboração de um sistema de informações geográficas para fins de análise ambiental do estado*. (129f). Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, PR, Brasil.
- Alves, S. M. F., Queiroz, D. M., Alcântara, G. R., & Reis, E. F. (2014). Variabilidade espacial de atributos físico-químicos do solo usando técnicas de análise de componentes principais e geoestatística. *Biosci. J.*, Uberlândia, 30, 1 (supl.), 22-30.
- Barreto, T. G., Corte, A. P. D., Mognon, F., Rodrigues, A. L., & Sanquetta, C. R. (2014). Dinâmica da biomassa e do carbono em fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, 10 (18), 1300.
- Bortolon, L., & Gianello, C. (2008). Interpretação de resultados analíticos de fósforo pelos extratores Mehlich-1 e Mehlich-3 em solos do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência de Solo*, Viçosa, 32 (1), 2751- 2756.
- Chaves, L. H. G., Menino, I. B., Araújo, I. A., & Chaves, I. B. (1998). Avaliação da fertilidade dos solos das várzeas do município de Sausa, PB. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 2 (3), 262-267.
- Dalla Lana, M. D. (2012). *Dinâmica e prognose do crescimento em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no sul do Paraná*. (188f). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, PR, Brasil.
- Durigan, M. L. (1999). *Florística, dinâmica e análise proteica de uma Floresta Ombrófila mista em São João do Triunfo – PR* (125f). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, PR, Brasil.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos (2011). *Manual de métodos de análises de solos*. (2 ed., 230p). Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- Espig, S. A., Freire, F. J., Marangon, L. C., Ferreira, R. L. C., Freire, M.B. G. S., & Espig, D. B. (2008). Distribuição de nutrientes entre a vegetação florestal e o solo em fragmento de Mata Atlântica. *Rev. Bras. Ciênc. Agrár.* Recife, 3 (2), 132-137.
- Fidalski, J., Tormena, C. A., & Scapim, C. A. (2007). Espacialização vertical e horizontal dos indicadores de qualidade para um Latossolo Vermelho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 31 (1), 9-19.
- Figueiredo Filho, A. N., Stepka, T. F., & Sawczuk, A. R. (2010). Crescimento, mortalidade, ingresso e distribuição diamétrica em Floresta Ombrófila Mista. *Revista Floresta*, Curitiba, 40 (4), 763-776.
- Instituto Agrônomo do Paraná. *Cartas climáticas do Estado do Paraná*. Recuperado em 11 novembro, 2014, de <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>.
- Lattin, J. M. (2011). *Análise de dados multivariados* (455p). São Paulo: Cengage Learning.
- Mingoti, S. A. (2005). *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada* (297p). Belo Horizonte: Ed. UFMG.
- Mognon, F., Dallagnol, F., Sanquetta, C. R., Corte, A. P., & Maas, G. (2012). Uma década de dinâmica florística e fitossociológica em Floresta Ombrófila Mista Montana no sul do Paraná. *Revista de Estudos Ambientais (online)*, Blumenau, 14 (1), 43-59.
- Moscovich, F. A. (2006). *Dinâmica de Crescimento de uma Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS*. (130f). Tese de Doutorado,

Universidade Federal de Santa Maria, Setor de Ciências Agrárias, Santa Maria, PR, Brasil.

Pavan, M. A., Bloch, M. F., Zempulski, H. C., Miyazawa, M., & Zocoler, D. C. (1992). *Manual de análise química de solo e controle de qualidade* (Circular, n. 76). IAPAR: Londrina, 1992.

Pelissari A. L. (2012). *Silvicultura de precisão aplicada ao desenvolvimento de Tectona grandis L.f. na região sul do Estado de Mato Grosso*. (88 f). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil.

Pizzato, W. (1999). *Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo-PR: 1995-1998*. (172f). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

Raij, B. Van. (1991). *Fertilidade do solo e adubação* (343p). Piracicaba: Ceres, POTAFOS,

Raij, B. Van, Cantarella, H., Quaggio, J. A., & Furlani, A. M. C. (1996). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. (2.ed., 285p). (Boletim técnico, n.100) Campinas: IAC.

Reed, S. T., & Martens D. C. (1996). Chapter 26 – Copper and Zinc. In. *Methods of soil analysis part 3 Chemical Methods*. Number 5 in the Soil Science of America Book Series by Soil Science Society of America, Inc. American Society of Agronomy, (pp. 715-717). Inc. Madison, Wisconsin, USA.

Reichert, J. M., Reinert, D. J., & Braidia, J. A. (2003). Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. *Revista Ciência Ambiental*, 27 (1), 29-48.

Rodrigues, A. L. (2012). *Dinâmica e correlações ambientais em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Guarapuava, PR*. (119f). Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, PR, Brasil.

Rossi, L. M. B., Koehler, H. S., Sanquetta, C. R. & Arce, J. E. (2007). Modelagem de mortalidade em

florestas naturais. *Revista Floresta*, Curitiba, 37 (2), 275-291.

Statgraphics (1999). [Software]. *User guide*. Recuperado em 4 abril, 2014, de <http://www.statgraphics.com>.

Sanquetta, C. R. (1996). *Fundamentos biométricos dos modelos de simulação florestal* (Série Didática, n.8). Curitiba: FUPEF.

Sanquetta, C. R., Corte, A. P. D., & Einfeld. R. L. (2003). Crescimento, mortalidade e recrutamento em duas florestas de Araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.) no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, Guarapuava, 5 (1), 101-112.

Sanquetta, C. R. (2008). *Experiência de monitoramento no bioma Mata Atlântica com uso de parcelas permanentes* (338p). Curitiba: Multi-Graphic.

Sanquetta, C. R., Thiele P., & Côrte, A. P. D. (2010). Crescimento, mortalidade e recrutamento de duas Florestas de Araucária no Estado do Paraná, Brasil, no período de 1995-2007. *Naturalia*, Rio Claro, 33 (1), 117-126.

Sanquetta, C. R., Dalla Corte, A. P., Rodrigues, A. L., & Watzlawick, L. F. (2014). *Inventários Florestais: Planejamento e Execução* (406p). Curitiba: Editoração dos Autores.

Santi, A. L., Amado, T. J. C., Cherubin, M. R., Martin, T. N., Pires, J. L., Flora, L. P. D. & Basso, C. J. (2012). Análise de componentes principais de atributos químicos e físicos do solo limitantes à produtividade de grãos. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 47 (9), 1346-1357.

Schaaf, L. B. (2001). *Florística, estrutura e dinâmica no período 1979-2000 de uma Floresta Ombrófila Mista localizada no Sul do Paraná*. (131f). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

Silva, G. M. (1993). *Relações solo-vegetação como instrumento para o manejo da vegetação do cerrado no Triângulo Mineiro*. (136f).

Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

Silva, S. A., Lima, J. S. S., Xavier, A. C., & Teixeira, M. M. (2010). Variabilidade espacial de atributos químicos de um latossolo vermelho-amarelo húmico cultivado com café. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 34 (1), 15-22.

Silva Jr., M. C. da, Barros, M. F., & Candido, J. F. (1987). Relações entre parâmetros do solo e da vegetação de cerrado na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, 10 (2), 125-137.

Souza, R. F., Faquin, V., Carvalho, R., Torres, P. R. F., & Pozza, A. A. A. (2008). Atributos químicos de solos influenciados pela substituição do carbonato por silicato de cálcio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.32, n. 4, p.1563-1572.

Tomé Jr., J. B. (1997). *Manual para interpretação de análise de solo*. Guaíba: Agropecuária.

Weber, K. S., Sanquetta, C. R., & Eisfeld, R. L. (2005). Variação volumétrica e distribuição espacial do estoque de carbono em Floresta Ombrófila Mista. *Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais*, Curitiba, 3 (2), 77-85.

Recebido em: 24/04/2015

Aceito em: 30/08/2016