

Composição vegetal e o acúmulo de serrapilheira em um fragmento de Cerrado

Carlos Guilherme Becker¹, Adriana Trevizoli Salomão¹, Carina Lima da Silveira¹, Mônica Frank Kersch¹,
Sebastian Felipe Sendoya Echeverry¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia – Universidade Estadual de Campinas

Resumo - A composição vegetal apresenta direta influência nas taxas de deposição, acúmulo e decomposição da serrapilheira e a velocidade de decomposição e a liberação de nutrientes no solo. Este trabalho teve como objetivo verificar se existem correlações entre atributos da comunidade vegetal lenhosa (abundância, diversidade, riqueza e composição) e o acúmulo de serrapilheira em um fragmento de cerrado denso. A profundidade média da serrapilheira não apresentou correlação com nenhum dos atributos da comunidade analisados nem com as características estruturais da vegetação. *Pouteria torta* foi a espécie que apresentou a maior coincidência entre volume cilíndrico em pé e a profundidade da serrapilheira. A análise de componentes principais mostrou que as variáveis que melhor explicam a variação do solo entre as parcelas foram a capacidade de troca catiônica, acidez potencial e a matéria orgânica. Nosso estudo mostrou que os atributos da comunidade, tais como, diversidade, riqueza e número de indivíduos parecem ter pouca força na explicação dos acúmulos de serrapilheira neste fragmento de cerrado. *Pouteria torta* e *Amaioua guianensis* parecem ser as grandes responsáveis pelo acúmulo de serrapilheira e pelas diferenças espaciais em importantes características do solo. As altas correlações das duas populações com a concentração de (Al+H) e troca catiônica traduzem a estratégia de retirar o máximo de nutriente das folhas senescentes antes de liberá-las. Além disso, ambas as espécies apresentaram alta correlação com a concentração de matéria orgânica no solo. Isto indica que mesmo descartando o material “pobre” em nutrientes, ainda há grandes acúmulos de serrapilheira que podem ser convertidos em matéria orgânica incorporada ao solo.

Palavras-chave: Serrapilheira, *Pouteria torta*, solo, cerrado.

Introdução

A composição vegetal tem direta influência nas taxas de deposição e decomposição de serrapilheira. A habilidade das plantas em se distribuir no espaço e captar luz, nutrientes e água é regulada por fatores intrínsecos de cada espécie, como o hábito, tamanho, taxa de crescimento, fenologia e requerimentos fisiológicos (Medina 1996). Por exemplo, a estrutura da copa das plantas, juntamente com as propriedades fisiológicas das folhas em relação à fotossíntese, têm uma grande influência na interação planta-ambiente (Henriques 1983).

A disponibilidade de recursos determina a quantidade de biomassa que pode ser produzida em um dado ambiente (Chapin 1980, Tilman 1988, McNaughton 1990, Medina 1996). Além disso, a alta densidade de indivíduos leva a uma efetividade maior na interceptação de luz (Medina 1996). Kellman (1979) documentou altos níveis nutricionais de solo embaixo da copa de certas espécies nas savanas de Belize, como *Byrsonima crassiflora* sob a qual houve um aumento da disponibilidade de nutrientes. Efeito similar ocorreu embaixo da copa de uma árvore de cerrado *Curatella americana*, onde houve um enriquecimento do solo (Susach 1984).

As diferenças no acúmulo e nas características da serrapilheira modificam a velocidade de decomposição e a liberação de nutrientes para o solo (Begon *et al.* 1996). A taxa de decomposição de matéria orgânica é fortemente dependente da composição bioquímica da planta e é influenciada pelos nutrientes minerais, especialmente o nitrogênio (amônia e nitrato), que são disponíveis no meio ambiente (Begon *et al.* 1996). Quando o nitrogênio não está disponível todo o processo de decomposição torna-se lento, por isso a serrapilheira não decomposta se acumula (Begon *et al.* 1996).

Os decompositores tendem a ter baixos níveis de atividade quando as temperaturas ambientais são baixas, a aeração do solo é pobre (baixa), a água do solo é escassa e o pH é baixo (Begon *et al.* 1996). Características físicas do solo e da serrapilheira são de grande importância, não somente porque afetam os fatores mencionados anteriormente, mas também porque exercem um efeito sobre os organismos detritívoros (Begon *et al.* 1996).

As savanas são caracterizadas pela co-existência de produtores primários com diferentes hábitos acarretando uma utilização estratificada do espaço e da competição por recursos (Medina 1996). Árvores competem melhor por luz, enquanto as espécies de menor tamanho exploram os nutrientes do solo e a água mais eficientemente (Medina 1996). A composição de espécies e a abundância relativa das savanas afetam a disponibilidade de nutrientes.

Este trabalho tem como objetivo verificar se a composição e as características da vegetação e do solo estão relacionadas ao acúmulo de serrapilheira em um fragmento de cerrado.

Material e Métodos

Área de Estudo - O estudo foi realizado em um fragmento de cerrado dentro da Estação Experimental do Instituto Florestal no município de Itirapina, localizado na região central do estado de São Paulo (22°14'S e 47°49'W), com uma altitude de 760 m. O clima é mesotérmico úmido com inverno seco. A precipitação média anual é de 1425 mm, com o período chuvoso de outubro a março (84% da precipitação anual). A temperatura média anual é de 19,7°C, sendo os meses mais quentes janeiro e fevereiro. O balanço hídrico mostra uma deficiência hídrica de 23 mm anuais (Dutra-Lutgens 2000).

O fragmento *Valério* tem fitofisionomia quase florestal, com altura média de oito metros, estrato graminóide ausente e camada de serrapilheira conspícua sobre o solo. Neste fragmento foi demarcada uma área de 40x40m (0,16ha) subdividida em 64 parcelas contíguas de 5x5m (25m²).

Sistema de Amostragem - Em cada parcela de 25m² foram identificadas e medidas todas as plantas lenhosas com DAS (diâmetro do caule na altura do solo) igual ou maior que 3cm. Para cada planta foram medidos o perímetro basal e as alturas do fuste e total. Este procedimento foi realizado anualmente de 1994 a 2006. Na última amostragem também foi estimada a profundidade da serrapilheira em cada parcela, através de medição da altura da serrapilheira em cinco pontos, com régua perpendicularmente à superfície do solo. As características físico-químicas do solo nas parcelas foram obtidas em 2003.

Análise de dados - Para cada parcela foram obtidos os valores médio e máximo e a variância da profundidade de serrapilheira através dos dados coletados em campo. Para verificar se houve relação entre características das plantas e a profundidade da serrapilheira, foi feita uma matriz de correlação de Pearson entre a altura da serrapilheira e a altura média das plantas e do fuste, área basal e volume cilíndrico em pé (VCP) total e médio, e variância do VCP, da área basal e da altura total da planta.

Para verificar se houve relação entre o número de indivíduos, riqueza e diversidade das espécies por parcela (medida pelo índice de Shannon) com a profundidade da serrapilheira, foi feita uma análise de correlação. O mesmo procedimento foi realizado para a abundância das espécies mais comuns ($n \geq 10$) e os valores da serrapilheira em cada parcela. Para as espécies cujas abundâncias apresentaram correlação com a serrapilheira, foi feita uma análise de correlação entre o volume lenhoso total e a profundidade da serrapilheira.

Para verificar quais as variáveis do solo que melhor diferenciavam as parcelas, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) utilizando os dados de quantidade de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, sódio, alumínio, soma das bases, capacidade de troca catiônica, saturação por bases e acidez potencial. As variáveis mais importantes segundo esta análise foram utilizadas para verificar se houve relação entre as características do solo e a profundidade da serrapilheira. Todas as análises foram realizadas utilizando os programas Excel, Statistica (StatSoft 1997) e Multi Variate Statistical Package (MVSP).

Resultados

A profundidade média da serrapilheira não apresentou correlação com nenhum dos atributos da comunidade analisados (riqueza, diversidade, abundância total) nem com as características estruturais da vegetação (área basal, volume lenhoso, altura da planta e do fuste) (Tabela 1). Também não encontramos correlação significativa da profundidade máxima e a variância da serrapilheira com aquelas mesmas variáveis (Tabela 1).

Para verificar se a falta de correlação seria devida ao efeito combinado de várias espécies, foram realizadas análises de correlação entre a profundidade média da serrapilheira e a abundância das espécies com dez ou mais indivíduos. Dentre as 17 espécies consideradas, apenas *Pouteria torta* ($p < 0,001$; Figura 1a) e *Amaioua guianensis* ($p = 0,078$) foram positivamente correlacionadas à profundidade da serrapilheira, enquanto *Myrcia tomentosa* e *Vochysia tucanorum* apresentaram correlação negativa (Tabela 2). Para estas espécies foi analisada também a relação entre a profundidade da serrapilheira e o volume cilíndrico em pé (VCP). *Pouteria torta* foi a espécie que apresentou a maior coincidência entre VCP e a profundidade da serrapilheira (Tabela 3, Figura 2a).

A correlação da abundância e VCP de *Pouteria torta* com a serrapilheira pode ser verificada ao comparar suas distribuições espacialmente (Figuras 1b e 2b), mostrando que os pontos de maior profundidade da serrapilheira coincidem, em sua maioria, com os pontos de maior abundância e volume cilíndrico em pé de *P. torta*. Além disso, o padrão espacial de *P. torta* permaneceu constante nos últimos doze anos (Figura 3). Para comprovar uma possível interação dessa espécie com as outras plantas da comunidade, foi feita uma análise de correlação entre a sua abundância e a das outras espécies (Tabela 4), e encontramos que a única espécie a apresentar correlação significativa, porém negativa, foi *Vochysia tucanorum* (Figura 4a). A distribuição de *A. guianensis* não foi significativamente correlacionada com a de *P.*

torta, mas é possível verificar que os locais com maior abundância de *P. torta* não apresentaram plantas de *A. guianensis*. (Figura 4b).

Os parâmetros que melhor explicam a variação do solo entre as parcelas foram a capacidade de troca catiônica, a acidez potencial e a matéria orgânica (Fig. 5). Destas variáveis, apenas troca catiônica e acidez potencial foram positivamente correlacionadas com a profundidade média da serrapilheira (Tabela 5, Fig. 6).

Discussão

Muitos trabalhos têm evidenciado a influência da concentração de nutrientes no solo na densidade de plantas e em outras características da vegetação (Begon et al. 1996, Ruggiero et al. 2002). Porém, os resultados destes trabalhos não são uniformes, pois algumas relações podem ser negativas e outras nulas. Alguns autores defendem a idéia de que somente algumas espécies respondem a diferentes concentrações nutricionais (Furley & Ratter 1988). Nosso estudo mostrou que os atributos da comunidade, tais como diversidade, riqueza e número de indivíduos parecem ter pouca força na explicação dos acúmulos de serrapilheira nesse fragmento de cerrado.

A ausência de atributos comunitários gerais que expliquem o acúmulo de serrapilheira poderia ser ocasionada por efeitos diluídos, pois muitas espécies podem não apresentar relação alguma com a serrapilheira ou mesmo operarem em direções contrárias. Isto pode acontecer, pois somente quatro espécies responderam ao acúmulo de serrapilheira. As espécies *Pouteria torta* (Sapotaceae) e *Amaioua guianensis* (Rubiaceae) responderam positivamente, enquanto que *Myrcia tomentosa* (Myrtaceae) e *Vochysia tucanorum* (Vochysiaceae) apresentaram uma resposta negativa ao acúmulo de serrapilheira.

Duas espécies, *Pouteria torta* e *A. guianensis*, parecem ser as grandes responsáveis pelo acúmulo de serrapilheira e pelas diferenças espaciais em importantes características do solo. Três dos quatro núcleos principais de acúmulo de serrapilheira tiveram forte relação com *P. torta*, sendo o último ponto explicado pela presença de *A. guianensis*. Outro fator que ressalta a importância de *P. torta* no acúmulo de serrapilheira é o fato de a espécie não mudar seus núcleos de abundância ao longo dos 12 anos analisados. Além disto, estudos recentes mostram que *P. torta* possui substâncias alelopáticas, mecanismo que poderia explicar por que algumas espécies não ocorrem na presença dessa espécie (F. R. Martins, com. pess.). A alelopatia é considerada uma interação química, na qual uma espécie produz uma toxina que age até certa distância depois de enviada para o ambiente (Ricklefs & Miller 1999). Não somente *A.*

guianensis estaria sendo afetada indiretamente por substâncias alelopáticas, mas também *M. tomentosa* e *V. tucanorum* que responderam negativamente aos principais núcleos de profundidade de serrapilheira.

As altas correlações das populações de *P. torta* e *A. guianensis* com a concentração de alumínio (Al) e hidrogênio (H) e a capacidade de troca catiônica (CTC) traduzem a estratégia de retirar o máximo de nutrientes das folhas senescentes antes de liberá-las. O alumínio é um fator ecológico que influencia negativamente a vegetação do cerrado, isto porque sua presença torna o fósforo e o cálcio insolúveis (Sarmiento 1984). Por isso, muitas plantas do cerrado podem apresentar características escleromorfas devido à toxicidade provocada pelas altas concentrações de alumínio no solo (Sarmiento 1984).

Além de as populações de *P. torta* e *A. guianensis* responderem à concentração de Al, H e CTC, ambas apresentaram alta com a correlação com concentração de matéria orgânica no solo. Isto poderia indicar que mesmo descartando o material “pobre” em nutrientes, ainda há grandes acúmulos de serrapilheira que podem ser convertidos em matéria orgânica.

Apesar de o estudo ter sido realizado em pequena escala geográfica, foi possível detectar heterogeneidade ambiental entre as parcelas de 25 m². Os fatores mais afetados foram as características do solo (Al, H, CTC e Matéria Orgânica) e a profundidade da serrapilheira.

Referências Bibliográficas

- BEGON, M., HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R. 1996. Ecology: Individuals, Populations and Communities. 3^o Edition, Blackwell Science, Oxford.
- CHAPIN, F.S. III. 1980. The mineral nutritional of wild plants. Annual Review of Ecology and Systematic 11: 233-260.
- DUTRA-LUTGENS, H. 2000. Caracterização ambiental e subsídios para o manejo da zona de amortecimento da Estação Experimental e Ecológica de Itirapina-SP. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- FURLEY, P.A. & RATTER, J.A. 1988. Soil resources and plant community of the central Brazilian cerrado and their development. Journal of Biogeography 15: 97-108.
- HENRIQUES, R.P.B. 1983. Estudo da arquitetura e interceptação de radiação solar por duas espécies de árvores do cerrado. Dissertação de Mestrado. UnB, Brasília.
- KELLMAN, M. 1979. Soil enrichment by neotropical savanna trees. Journal of Ecology 67: 565-577.
- MCNAUGHTON, S. 1990. Mineral nutrition and spatial concentrations of African ungulates. Nature 334: 343-345.

- MEDINA, E. 1996. Biodiversity and nutrient relations in savanna ecosystems: Interactions between primary producers, soil microorganisms, and soils. In Biodiversity and savanna ecosystem process (O.T. Solbrig, E. Medina & J.F. Silva, eds.). Springer – Verlag, Berlin Heidelberg. P 45-57.
- MVSP. Versão 3.12d. Kovach computing services. www.kovcomp.com
- RICKLEFS, R.E. & MILLER, G.L. 1999. Ecology. 4 ed. W. H. Freeman and company, New York.
- RUGGIERO, P.G.C., BATALHA, M.A., PIVELLO, V.R. & MEIRELLES, S.T. 2002. Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil. Plant Ecology 160: 1-16.
- SARMIENTO, G. 1984. The ecology of neotropical savannas. Harvard University Press, Massachusetts.
- STATSOFT, INC. 1997. Statistica for Windows. Release 5.1, Tulsa, EUA.
- SUSACH, F. 1984. Caraterización ecológica de las sabanas de un sector de los Llanos Bajos de Venezuela. Tese de Doutorado, Universidade Central da Venezuela, Caracas.
- TILMAN, D. 1988. Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities. Princeton University Press, Princeton.

Tabela 1. Matriz de correlação de Pearson da variância da serrapilheira, profundidade máxima da serrapilheira e profundidade média, com a abertura do dossel, a altura média, a altura média do fuste, a área basal total, o volume cilíndrico em pé (VCP) total, a variância do VCP total, a variância da área basal, número total de indivíduos, a riqueza e a diversidade (índice de Shannon). Todas as correlações foram feitas com os dados por parcela. Os números superiores designam os valores de r e entre parênteses o valor de p .

	Altura média (m)	Área basal media (m ²)	VCP médio (m ³)	Fuste médio (m)	Área basal total (m ²)	VCP total (m ³)	Variância da altura	Variância VCP	Variância da área basal	Número de indivíduos	Riqueza	Diversidade Shannon (H')
Variância da Serrapilheira	-0,035 (0,785)	-0,035 (0,783)	-0,147 (0,247)	0,187 (0,139)	-0,041 (0,746)	-0,089 (0,482)	-0,159 (0,209)	-0,171 (0,178)	-0,063 (0,624)	0,124 (0,328)	0,136 (0,283)	0,122 (0,337)
Serrapilheira máxima	-0,037 (0,774)	0,0289 (0,821)	-0,019 (0,882)	0,179 (0,157)	-0,000 (0,997)	-0,064 (0,614)	-0,150 (0,238)	-0,175 (0,167)	-0,086 (0,497)	0,146 (0,249)	0,176 (0,165)	0,096 (0,452)
Serrapilheira Média	0,011 (0,931)	-0,000 (0,998)	-0,116 (0,360)	0,088 (0,488)	0,017 (0,896)	-0,010 (0,937)	-0,099 (0,436)	-0,117 (0,357)	-0,028 (0,828)	0,072 (0,574)	0,084 (0,510)	-0,010 (0,940)

Tabela 2. Correlação de Pearson entre as espécies e a profundidade média de serrapilheira por parcela.

Somente as espécies com abundância total maior ou igual a 10 indivíduos foram incluídas na análise.

Espécie	r	p
<i>Acosmium subelegans</i>	0,0164	0,898
<i>Amaioua guianensis</i>	0,2218	0,078
<i>Anadenanthera falcata</i>	0,1428	0,260
<i>Bowdichia virgilioides</i>	0,0224	0,860
<i>Dalbergia miscolobium</i>	0,0285	0,823
<i>Guapira noxia</i>	-0,0621	0,626
<i>Miconia albicans</i>	-0,1849	0,143
<i>Myrcia lingua</i>	-0,0467	0,714
<i>Myrcia tomentosa</i>	-0,2459	0,050
<i>Ocotea pulchella</i>	0,0081	0,949
<i>Ouratea spectabilis</i>	-0,065	0,610
<i>Pouteria ramiflora</i>	-0,0505	0,692
<i>Pouteria torta</i>	0,5828	0,000
<i>Qualea grandiflora</i>	-0,1242	0,328
<i>Roupala montana</i>	-0,087	0,494
<i>Vochysia tucanorum</i>	-0,2777	0,026
<i>Xylopia aromatica</i>	-0,0188	0,883

Tabela 3. Correlação entre o volume cilíndrico em pé das espécies cujas abundâncias foram correlacionadas com a profundidade média da serrapilheira.

Serrapilheira	r	p
<i>Amaioua guianensis</i>	0,129	0,4588
<i>Pouteria torta</i>	0,352	<0,001
<i>Myrcia tomentosa</i>	-0,0688	0,589
<i>Vochysia tucanorum</i>	-0,1346	0,289

Tabela 4. Correlação entre a abundância de *Pouteria torta* e a abundância das espécies com mais de 10 indivíduos amostrados.

Espécies	r	P
<i>Acosmium subelegans</i>	0.0149	0.907
<i>Amaioua guianensis</i>	-0.1839	0.146
<i>Anadenanthera falcata</i>	0.0968	0.447
<i>Bowdichia virgilioides</i>	-0	1
<i>Dalbergia miscolobium</i>	-0.0352	0.782
<i>Guapira noxia</i>	-0.0371	0.771
<i>Miconia albicans</i>	-0.2007	0.112
<i>Myrcia lingua</i>	0.1477	0.244
<i>Myrcia tomentosa</i>	-0.0752	0.555
<i>Ocotea pulchella</i>	0.138	0.277
<i>Ouratea spectabilis</i>	-0	1
<i>Pouteria ramiflora</i>	-0.0166	0.896
<i>Qualea grandiflora</i>	-0.1304	0.304
<i>Roupala montana</i>	0.0641	0.615
<i>Vochysia tucanorum</i>	-0.2946	0.018
<i>Xylopia aromatica</i>	-0.0218	0.864

Tabela 5. Correlação entre os componentes de solo mais importantes (segundo análise de componentes principais) e a profundidade média da serrapilheira.

		Matéria Orgânica	Capacidade de troca catiônica	Acidez potencial (H+Al)
Variância da serrapilheira	r	-0.0886	-0.0832	-0.0859
	p	0.486	0.514	0.5
Serrapilheira média	r	0.1842	0.3071	0.3087
	p	0.145	0.014	0.013
Serrapilheira máxima	r	0.0405	0.1533	0.1523
	p	0.751	0.227	0.23

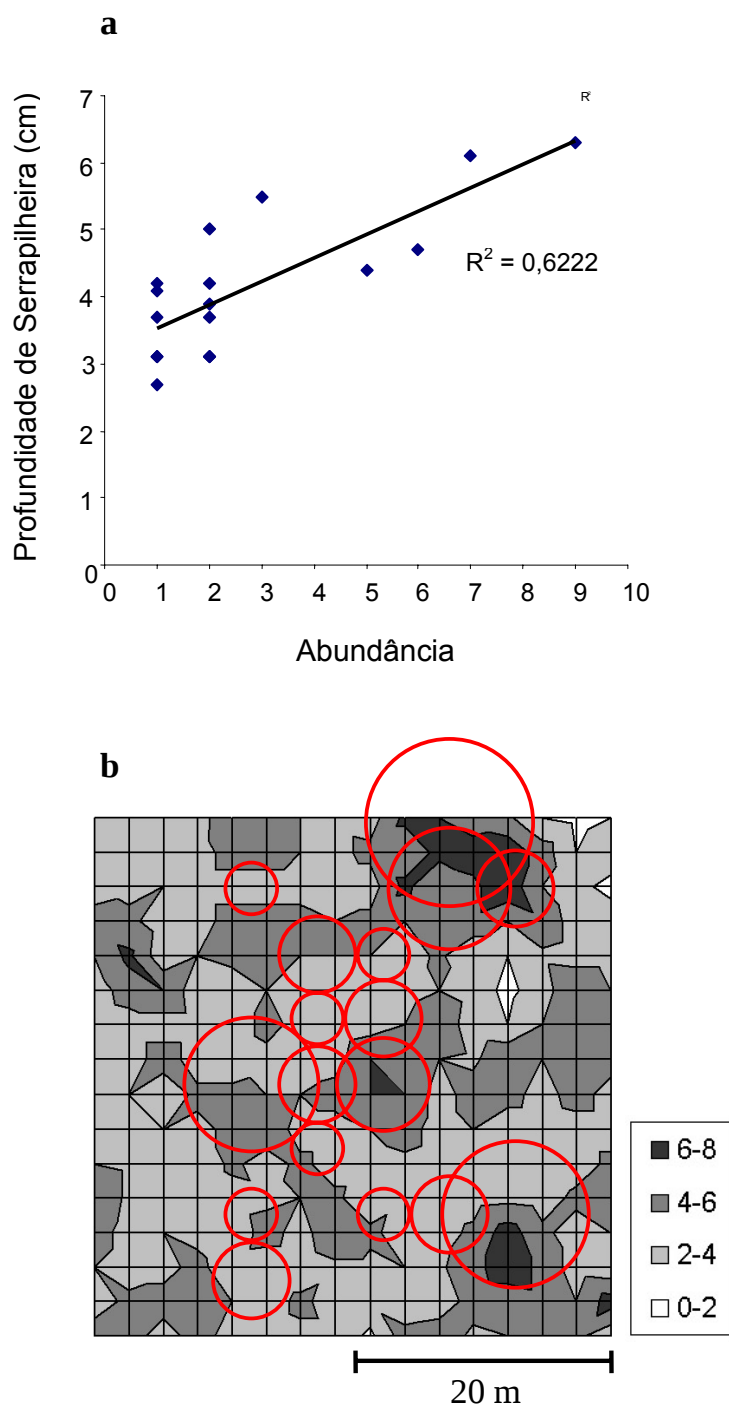


Figura 1. (a) Análise de correlação entre abundância de *Pouteria torta* por parcela e profundidade de serrapilheira (cm). (b) Distribuição espacial da profundidade de serrapilheira (imagem em escala de cinza com escala colorimétrica variando de 0 a 8 cm) adicionada distribuição de *Pouteria torta* com abundância relativa representada por círculos vermelhos.

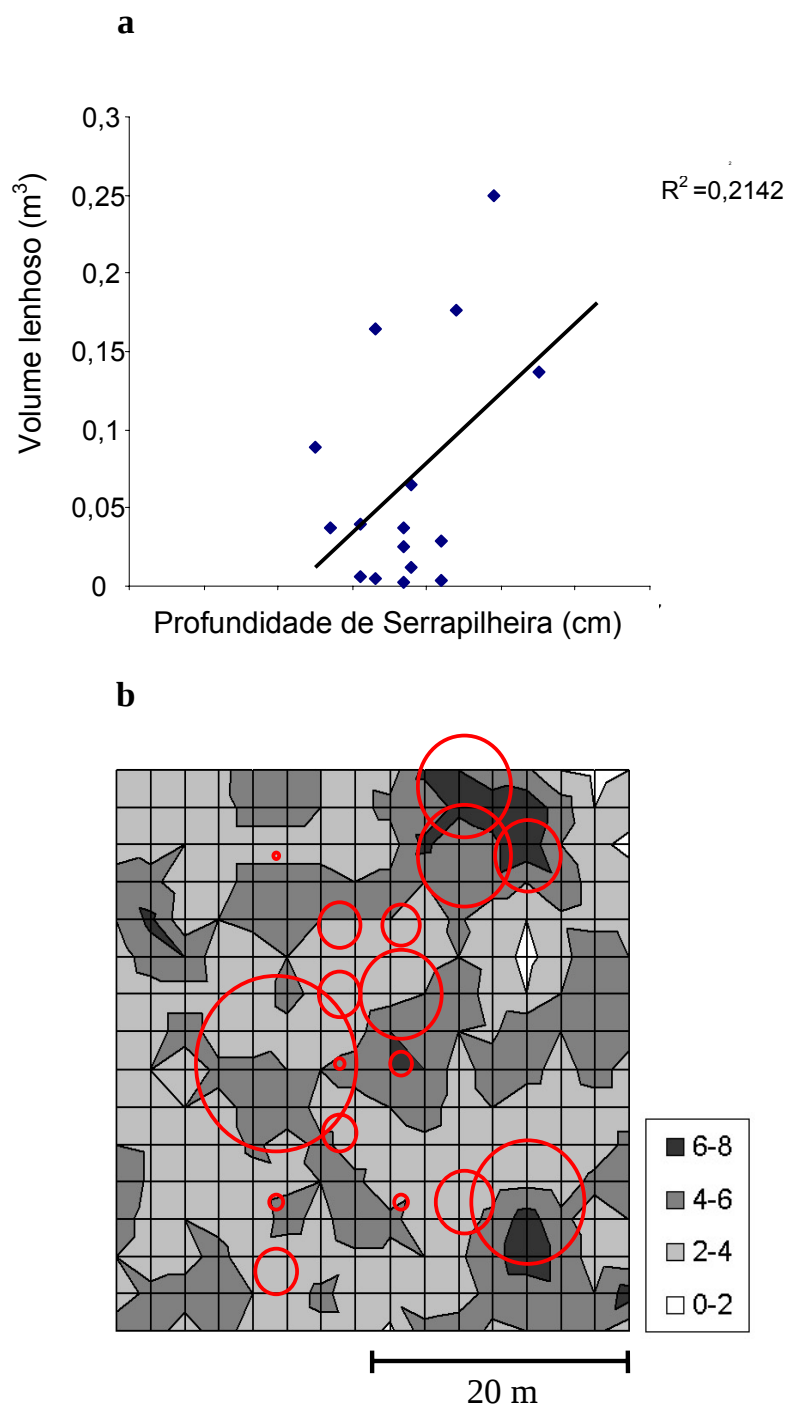


Figura 2. (a) Análise de correlação entre volume cilíndrico em pé (m³) de *Pouteria torta* por parcela e profundidade de serrapilheira (cm). (b) Distribuição espacial da profundidade de serrapilheira (imagem em escala de cinza com escala colorimétrica variando de 0 a 8 cm) adicionada à distribuição de *Pouteria torta* com os respectivos volumes cilíndricos em pé (m³) representados por círculos vermelhos.

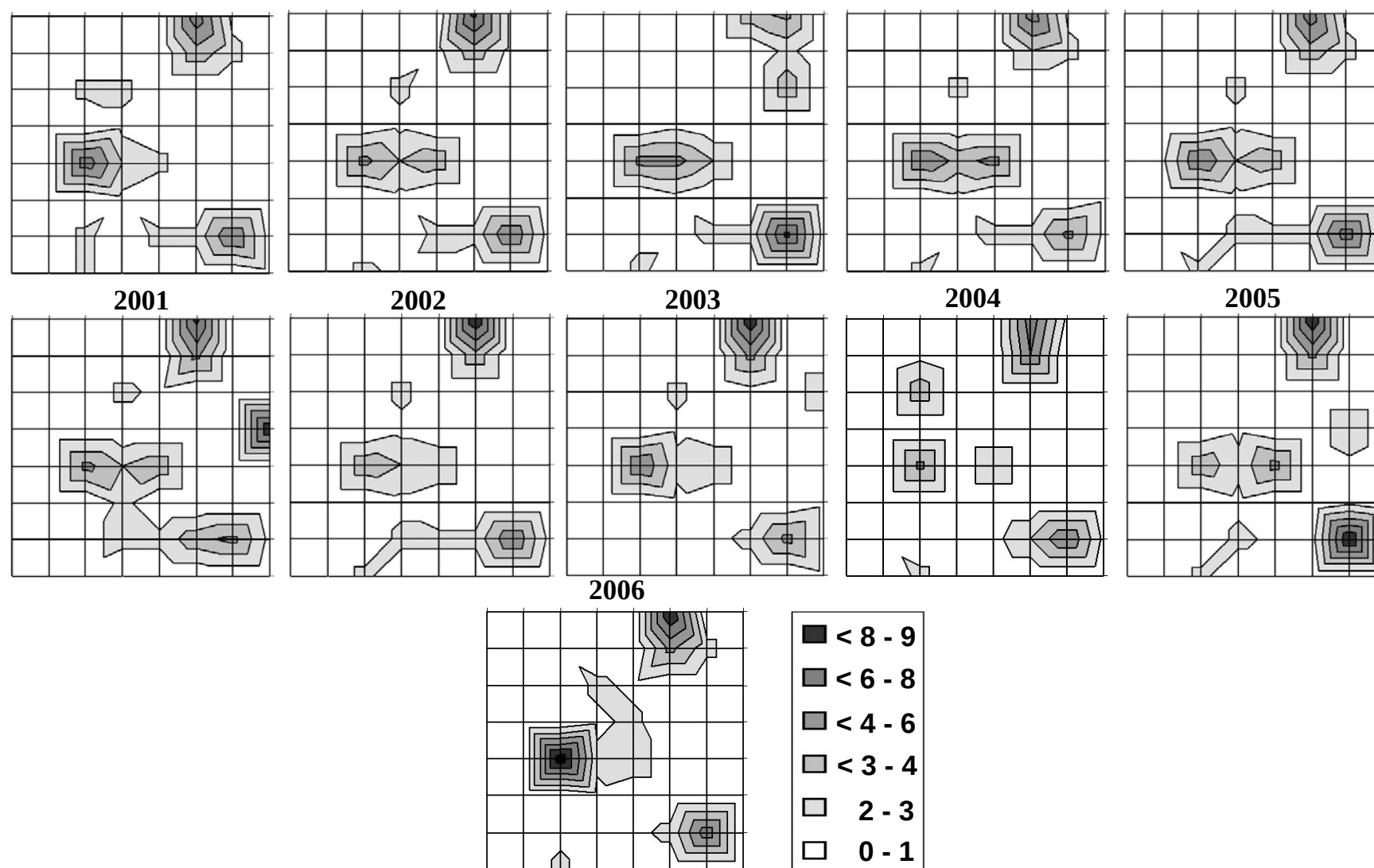


Figura 3. Distribuição espaço-temporal de *Pouteria torta* ao longo dos anos 1994 a 2006 com lacunas de amostragem em 1998 e 2000. Escala colorimétrica de abundância com máximo de 9 indivíduos por parcela.

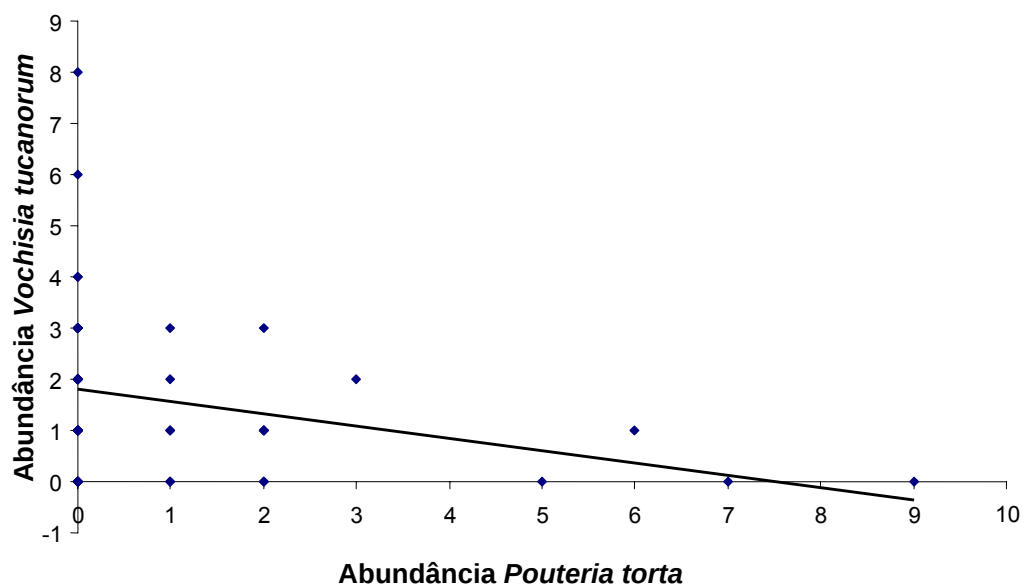
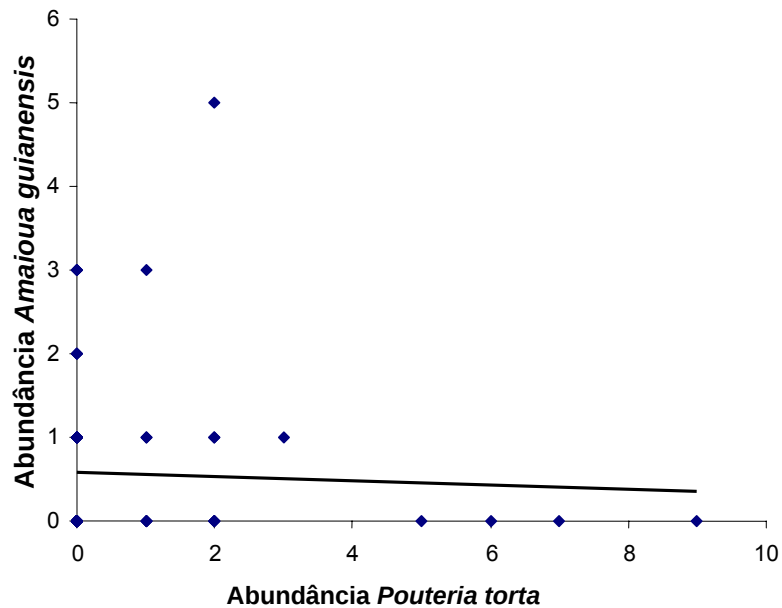
a**b**

Figura 4. Correlação entre a abundância de *Pouteria torta* e as duas espécies que responderam negativamente à sua presença. (a) Correlação entre *P. torta* e *Vochisia tucanorum*, (b) Correlação entre *P. torta* e *Amaioua guianensis*.

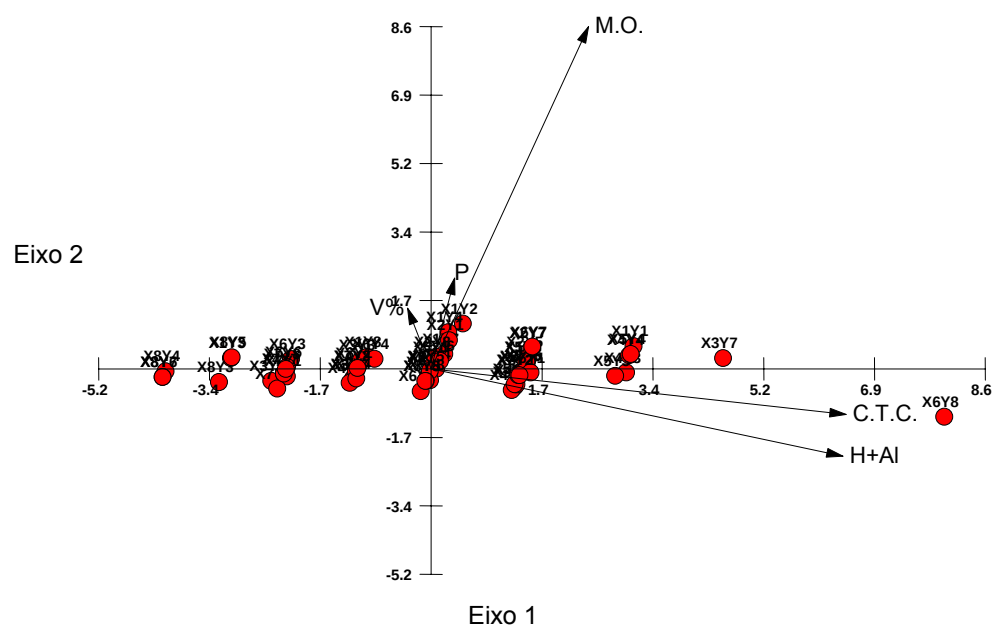


Figura 5. Análise de componentes principais (PCA) das características do solo variando espacialmente entre as 64 parcelas. O eixo 1 explica 96,16 % da variação dos dados.

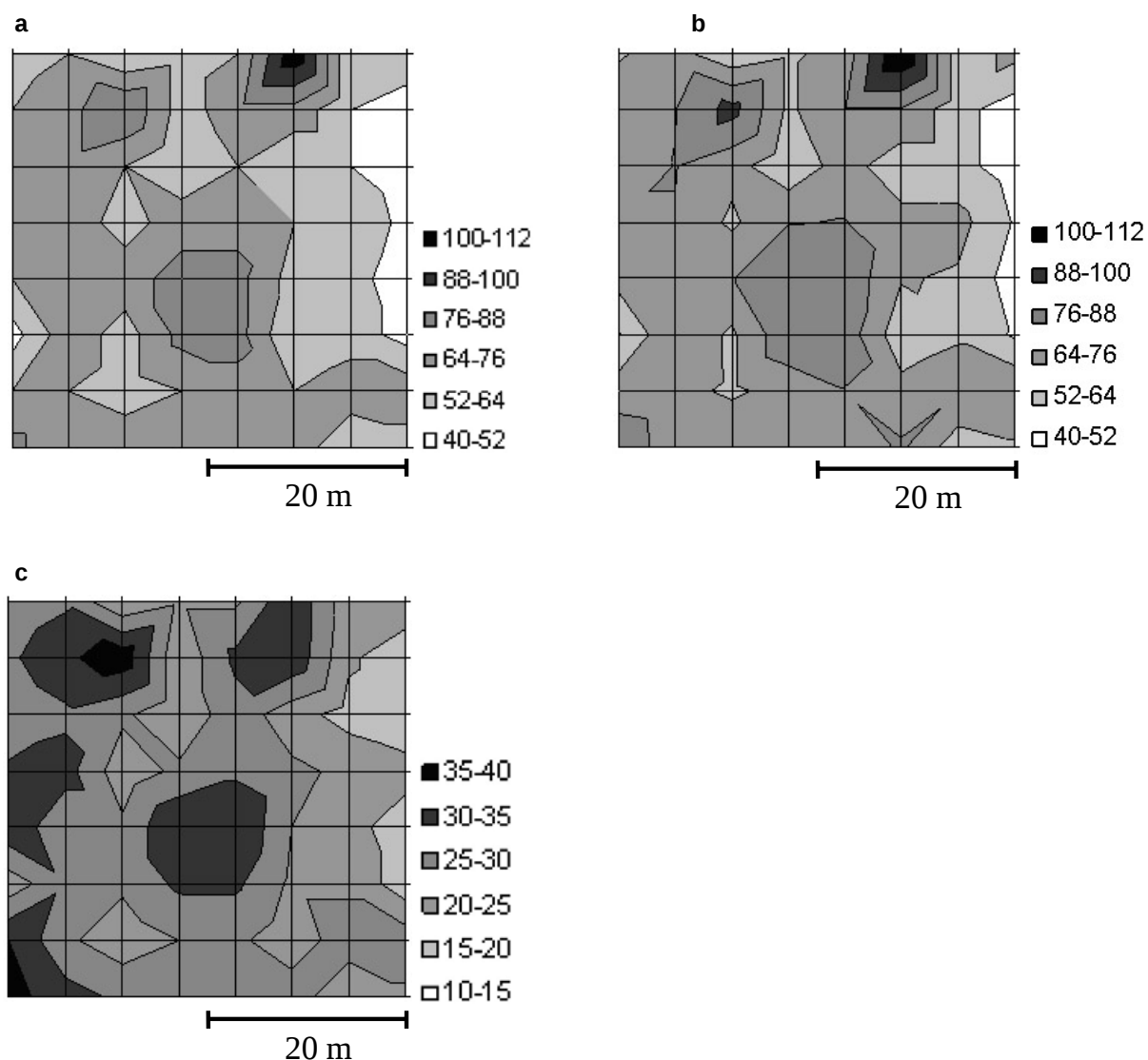


Figura 6. Distribuição espacial dos diferentes componentes do solo. Número de amostras de solo: 64. Resolução: uma amostra no centro de cada parcela. Dados referentes ao ano de 2003. (a) acidez potencial (Al+H) no solo, variando entre 40 e 112 (mMol.dm^{-3}). (b) Capacidade de troca catiônica (mMol.dm^{-3}). (c) Matéria orgânica (g.dm^{-3}).