

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E REGENERAÇÃO DE ESPÉCIES ESPONTÂNEAS ORIGINÁRIAS DO BANCO DE SEMENTES EM CAMPO NATIVO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

SOIL CHEMICAL ATTRIBUTES AND SEED BANK SPONTANEOUS SPECIES REGENERATION IN NATIVE GRASSLAND UNDER DIFFERENT CULTIVATION SYSTEMS

Otoniel Geter Lauz Ferreira¹; Lotar Siewerdt²; Renato Borges de Medeiros³; Renato Levien⁴; Rodrigo Favreto⁵; Carlos Eduardo da Silva Pedroso⁶

RESUMO

Foram avaliados, em quatro épocas (maio/2002 e 2003 e, outubro/2002 e 2003), os atributos químicos do solo, associados à regeneração e desenvolvimento de espécies espontâneas do banco de sementes do solo, em diferentes sistemas de cultivo e sucessões de culturas estabelecidos sobre campo nativo. Foram comparados plantio direto, cultivo mínimo e cultivo convencional e as sucessões de culturas soja/milho (alternando trigo e aveia-branca para grãos no inverno), soja/milho (com aveia-preta + ervilhaca no inverno) e soja/milho (com pousio hibernal). A estrutura da vegetação (escala de Braun-Blanquet) e a correlação com as variáveis de solo foram avaliadas por análises multivariadas de aleatorização, congruência e ordenação. Os sistemas de cultivo alteraram atributos químicos do solo, capazes de influenciar o direcionamento da sucessão vegetal e a da composição florística. Teor de cálcio e pH na camada superficial do solo foram os atributos químicos mais associados à regeneração e desenvolvimento de espécies espontâneas. A vegetação espontânea presente no sistema plantio direto foi, principalmente, caracterizada por espécies perenes associadas a pH e teor de cálcio mais elevado na camada superficial do solo. Nos sistemas de cultivo mínimo e convencional a vegetação espontânea foi caracterizada, principalmente, por espécies anuais associadas a menor pH e teor de cálcio do solo na camada superficial.

Palavras-chave: análise multivariada, ecofisiologia, ordenação, plantas daninhas.

ABSTRACT

Chemical soil attributes, associated with the regeneration and development of spontaneous soil seed bank species in different cultivation systems established in a native grassland area, were evaluated in four periods (May/2002 and 2003; October/2002 and 2004). Three cultivation systems were compared: no tillage, minimum tillage and conventional soil preparation. Crop successions were: soybean/corn (alternating wheat and oats for grain in Winter), soybean/oats+vetch/corn and soybean/corn (with Winter fallow). Vegetation structure (Braun-Blanquet scale) and its correlation with soil variables were evaluated by multivariate, randomization, congruency and ordination analyses. Cultivation systems altered some soil chemical attributes, which influenced the course of vegetation succession and composition of spontaneous species. Calcium content and pH in soil upper layer, were the chemical attributes more associated to regeneration and development of spontaneous species. Spontaneous vegetation present in the no tillage planting system was, mainly, characterized by perennial species associated to higher pH and calcium content of the upper soil layer. In the minimum tillage and conventional soil preparation methods the spontaneous vegetation was

characterized, mainly, by annual species, associated to a more acid soil and lower calcium content of the upper soil layer.

Key words: multivariate analysis, ecophysiology, ordination, weed.

INTRODUÇÃO

Em função das práticas de cultivo, os solos utilizados para fins agrícolas têm suas propriedades físicas, químicas e biológicas alteradas (CAMPOS et al., 1995). Os diferentes sistemas de cultivo promovem mudanças na composição e arranjo dos constituintes do solo que, em alguns casos, reduzem a produtividade das culturas (SILVA et al., 2006).

Nos sistemas convencionais de preparo, as alterações físicas geralmente se manifestam na densidade, volume e distribuição de tamanho dos poros e estabilidade dos agregados do solo, influenciando a infiltração da água, erosão hídrica e desenvolvimento das plantas (BERTOL et al., 2004). Por sua vez, sistemas de preparo que revolvem menos o solo e acumulam resíduos culturais na superfície, preservam a estrutura e retêm mais água na camada superficial (SIDIRAS et al., 1984; DALMAGO, 2004), principalmente pelo aumento da matéria orgânica e da microporosidade (CASTRO FILHO et al., 1998). Há, assim, melhoria das propriedades físicas e químicas do solo (SOUZA & MELO, 2003; BERTOL et al., 2004). Nestes sistemas, chamados conservacionistas, os resíduos vegetais mantidos, total ou parcialmente, na superfície do solo liberam carbono, nitrogênio e outros componentes simples durante o processo de decomposição. Destes, parte retorna à atmosfera na forma de gás (CO₂, NH₃, etc.), parte é imobilizada pelos microrganismos decompositores, pequena parte permanece na forma prontamente disponível para as plantas e o restante é perdido por lixiviação ou direcionado à produção de substâncias húmicas (SOUZA & MELO, 2003).

Conforme PITY et al. (1987) e KREMER (1993), o maior teor de matéria orgânica pode influenciar também os processos de dormência e sobrevivência das sementes no solo. A matéria orgânica, sendo detentora de alta atividade microbiológica, é citada como um dos principais fatores a afetar as perdas de sementes de várias plantas invasoras (LEWIS, 1973). BEKKER et al. (1998) registraram redução da viabilidade de sementes com maior disponibilidade de

¹ Eng. Agr., Dr., Departamento de Zootecnia/FAEM/UFPEL. Cx. Postal 354, CEP 96001 - 970, Pelotas, RS, E-mail: otoniel@ufpel.tche.br

² Eng. Agr., PhD., Professor Adjunto, Departamento de Zootecnia/FAEM/UFPEL.

³ Eng. Agr., PhD., Professor Adjunto, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia – UFRGS

⁴ Eng. Agr., Dr., Professor Adjunto, Departamento de Solos – UFRGS

⁵ Eng. Agr., M.Sc., Pesquisador da FEPAGRO Litoral Norte

⁶ Eng. Agr., M.Sc., doutorando do PPGZ/FAEM/UFPEL.

(Recebido para Publicação em 13/12/2006, Aprovado em 29/01/2007)

R. Bras. Agrociência, Pelotas, v.13, n.1, p.81-89, jan-mar, 2007

nutrientes no solo o que, segundo os autores, provavelmente ocorreu por causa do estímulo à decomposição por microorganismos. Assim, em situações de semeadura direta, onde reconhecidamente há maior concentração de nutrientes nos primeiros centímetros do solo, haverá estímulo tanto à germinação, quanto à deterioração de sementes. Neste contexto, EGLEY (1986) e CARMONA (1992) revisando a influência de diferentes fatores abióticos do solo sobre a germinação, estabelecimento e desenvolvimento das espécies, comentaram a ação da temperatura, umidade, pH, oxigênio, luz, nitratos e hormônios. Deste modo, como cada sistema de cultivo condiciona o banco de sementes do solo a microambientes diferenciados, influenciam diferentemente a germinação e o estabelecimento das plantas (FAVRETO & MEDEIROS, 2006). Os mesmos autores concluem que cultivos com pouca mobilização do solo determinam maior número de espécies regeneradas a partir do banco de sementes, sendo que o plantio direto proporciona maior riqueza e aumento na frequência de espécies perenes como *Sida rhombifolia*.

PRIMAVESI (1992) comenta que a presença de uma espécie vegetal em determinado local é indicadora de uma condição química ou física do solo, própria àquela espécie. A exemplo, *Cynodon dactylon* indicaria uma condição de solo compactado e *Urtica urens* excesso de nitrogênio e falta de cobre. Diversos estudos corroboram estas afirmações. FAVRETO et al. (2000), estudando a composição de espécies do banco de sementes de um campo natural em diferentes posições do relevo, observaram diferenças entre as áreas de topo, encosta e banhado, que estariam relacionadas às características dos solos em questão. FOCHT (2001) avaliando os padrões espaciais em comunidades vegetais de um campo sob pastejo e suas relações com fatores de ambiente, concluiu que a vegetação do local estudado apresentava padrões que variavam no espaço, e que os fatores ambientais que estão mais associados à essa variação são a umidade do solo e posição no relevo. Estes fatores definiriam um complexo de condições ambientais relacionadas às variáveis nível de alumínio, pH e CTC do solo. Em estudo semelhante MAIA et al. (2004), observaram que a umidade do solo combinada com matéria orgânica, teor de potássio, saturação e soma de bases e teor de argila, eram as variáveis abióticas que mais estavam associadas com o tamanho e a composição de espécies do banco de sementes. MAIA (2005), em estudo do banco de sementes do solo de azevém anual (*Lolium multiflorum*), observou efeitos do pH e dos teores de potássio, cálcio, sódio e matéria orgânica na constituição do mesmo, dependendo da série temporal considerada. Por sua vez, MEDEIROS et al. (2006) citam os atributos matéria orgânica e pH como sendo os principais determinadores da frequência e da cobertura de *Desmodium incanum* em áreas de lavoura.

O objetivo deste estudo foi identificar os atributos químicos do solo associados à regeneração e desenvolvimento de espécies espontâneas do banco de sementes do solo em sistemas de cultivos agrícolas estabelecidos sobre campo natural.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, município de Eldorado do Sul (30° 05' S e 51° 40' W e 46 m de altitude), região fisiográfica Depressão Central do Rio Grande do Sul. O clima predomina na região é do tipo Cfa, pela

classificação de Köppen (MORENO, 1961). O solo é classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 1999), anteriormente denominado unidade de mapeamento São Jerônimo. A vegetação natural predominante na região consiste de campos limpos e secos, com presença de matas de galeria junto aos cursos d'água e locais baixos (MORENO, 1961). A composição florística é constituída principalmente de espécies das famílias Apiaceae, Asteraceae, Cyperaceae, Fabaceae, Poaceae e Rubiaceae (BOLDRINI, 1993; FOCHT, 2001).

O experimento foi implantado na primavera de 2000 em uma área de campo nativo do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia/UFRGS. Num delineamento de blocos completos ao acaso, com duas repetições, em quatro avaliações (maio e outubro de 2002 e 2003) foram comparadas combinações de três sistemas de cultivo (plantio direto com dessecação da vegetação; cultivo mínimo com escarificação a 22 cm de profundidade e destorroamento com escarificador provido de rolo destorroador e cultivo convencional com uma aração a 20 cm com arado de discos e duas gradagens a 8 cm de profundidade) e três sucessões de culturas (soja (*Glycine max*)/milho (*Zea mays*), alternando trigo (*Triticum aestivum*) e aveia-branca (*Avena sativa*) para grãos no inverno; soja/milho com aveia-preta (*Avena strigosa*) + ervilhaca (*Vicia sativa*) no inverno e soja/milho, com posio invernal).

Todas as culturas foram implantadas seguindo-se as recomendações técnicas da pesquisa para as espécies utilizadas. Foram aplicados os herbicidas Glifosate (3,5 L ha⁻¹) nos tratamentos de plantio direto, atrazina + S-metaclozolo (Primestar - 5 L ha⁻¹) nas áreas de milho e, imazetapir (Pivot - 1 L ha⁻¹) e cletodim (Select - 0,4 L ha⁻¹) nas áreas de soja.

A avaliação da vegetação espontânea do campo nativo foi realizada em 24 subamostras de 0,5 x 0,5 m (0,25 m²), demarcadas segundo uma configuração de W, por parcela de 7,5 x 25 m. A estrutura da vegetação foi avaliada pela escala de abundância-cobertura de Braun-Blanquet modificada por MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974), quando a maior parte das espécies espontâneas estava no final do ciclo, porém antes da colheita dos cultivos. Para análise estatística, os dados foram transformados para a escala de VAN DER MAAREL (1979).

Simultaneamente foi coletado solo para análise química. Conforme os métodos descritos por TEDESCO et al. (1995), foram determinados os teores de argila, matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio e magnésio trocáveis, alumínio+hidrogênio, saturação da CTC com bases e com alumínio, pH, e as relações Ca/Mg, Ca/K e Mg/K, nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm.

Para se detectar diferenças na estrutura da vegetação entre os tratamentos, em cada avaliação a abundância-cobertura das espécies foi comparada através de análise de variância multivariada de aleatorização (10.000 iterações). Sendo detectada diferença significativa, os dados foram submetidos à análise de ordenação por coordenadas principais para identificação das espécies determinantes desta variação (coeficiente de correlação com os eixos da ordenação ≥ 0,5). Como base para estas análises foi utilizada a medida de semelhança distância de corda entre tratamentos. Para se identificar o conjunto de atributos químicos do solo, responsáveis pelas diferenças na estrutura da vegetação, em cada avaliação foram elaborados perfis de congruência (correlação matricial) entre estes dois conjuntos de dados. Finalmente, para se observar as tendências dos atributos químicos do solo selecionados pelo perfil de congruência, foi

realizada uma análise de ordenação por coordenadas principais, tendo como base a medida de semelhança distância de Gower entre tratamentos. As análises foram realizadas com os aplicativos computacionais MULTIV 2.3 (PILLAR, 2004a) e SYNCSA 2.2.3 (PILLAR, 2004b). Os métodos de análise multivariada mencionados são revisados em PILLAR & ORLÓCI (1993), PILLAR & ORLÓCI (1996), LEGENDRE & LEGENDRE (1998) e PODANI (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância detectaram, em todas as avaliações, efeito significativo ($P \leq 0,01$) do sistema de cultivo sobre a estrutura (composição) da vegetação, com semelhança entre os sistemas mínimo e convencional, e diferença entre esses e o sistema plantio direto. Os efeitos do fator sucessão de culturas e da interação sistema de cultivo x sucessão não foram significativos em qualquer das avaliações.

Na avaliação de maio de 2002 foram identificadas 15 espécies ou gêneros determinantes da estrutura da

vegetação, cuja dinâmica em relação aos sistemas de cultivo é visualizada na Figura 1a. A congruência entre os atributos do solo (variáveis abióticas) e essa estrutura da vegetação indicou o pH na profundidade de 0-5 cm como o atributo com maior associação (0,45; $P= 0,0001$). Ao se agregar qualquer das demais variáveis, a congruência se reduziu de forma praticamente linear (Figura 2).

Nos sistemas mínimo e convencional foi possível observar maior abundância-cobertura de *Urochloa plantaginea* em relação as demais espécies, resultado que esteve associado ao pH mínimo de 6,2 da camada de 0-5 cm destes sistemas, nesta avaliação. As outras espécies correlacionadas com o eixo I da ordenação apresentaram menor abundância-cobertura nestas condições de cultivo e, conseqüentemente, de ambiente químico do solo (Figuras 1a e 1b). Maior abundância-cobertura dessas espécies, bem como de *Oxalis sp.*, *Paspalum urvillei*, *Pfaffia tuberosa* e *Vernonanthura nudiflora* foi observada no sistema plantio direto, o qual apresentou pH na camada 0-5 cm máximo igual a 7,0.

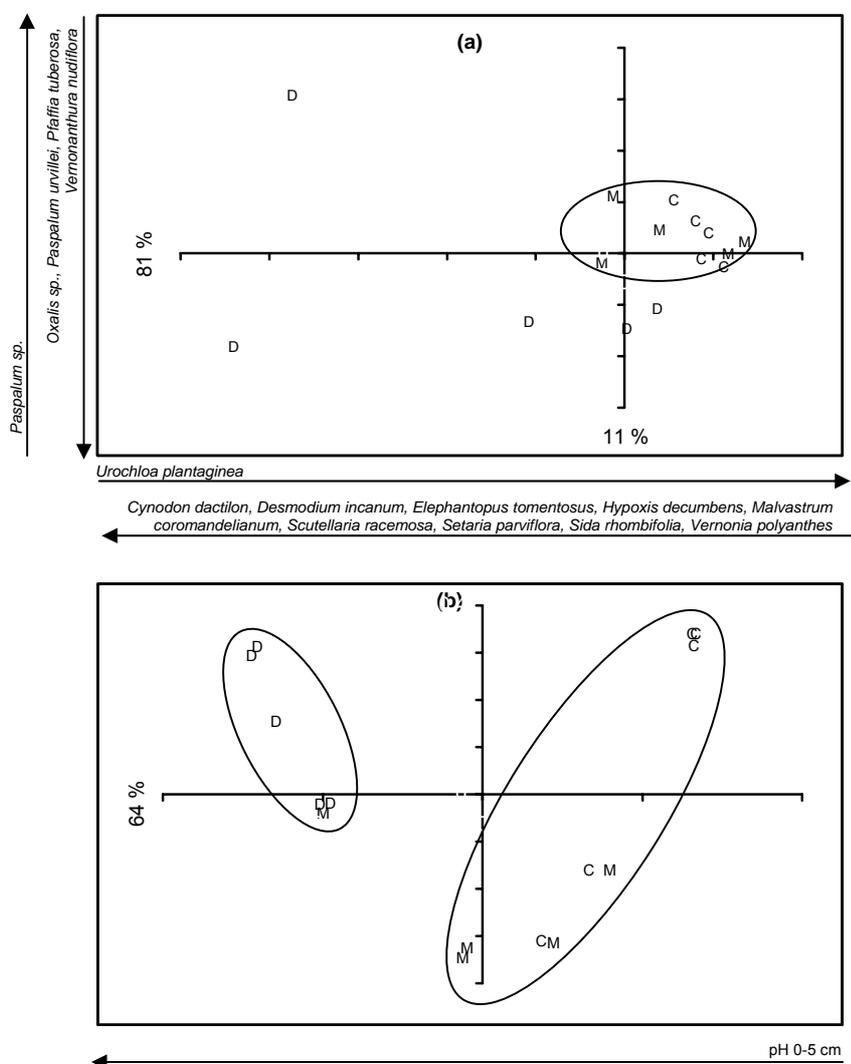


Figura 1 - Diagrama de ordenação da vegetação (a) e dos atributos do solo relacionados com a composição de espécies (b) para os três sistemas de cultivo (D= direto, M= mínimo, C= convencional). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul/RS (maio 2002).

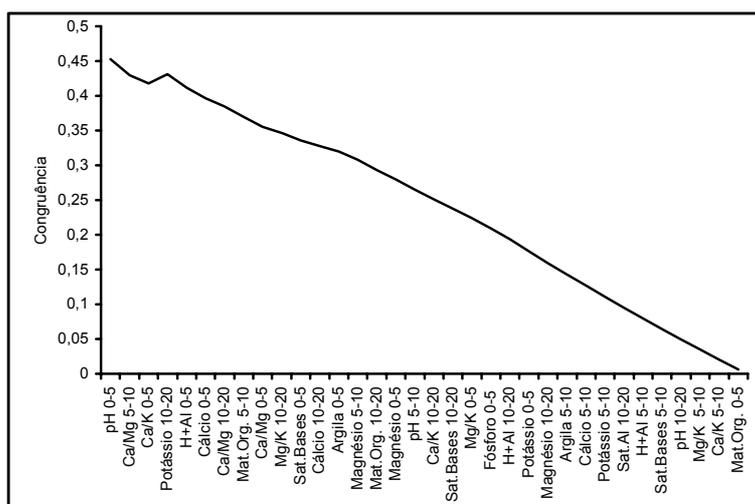


Figura 2 - Perfil de congruência máxima entre a variação da estrutura da vegetação e os atributos do solo. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul/RS (maio 2002).

Para verificar se as tendências de variação dos tratamentos observadas na avaliação de maio de 2002 se mantinham, as mesmas análises foram repetidas com os dados de maio de 2003. Nesta avaliação, pôde-se identificar nitidamente, conforme o resultado da análise de variância, dois grupos distintos de vegetação, constituídos por diferentes proporções de 15 espécies ou gêneros (Figura 3a). Os atributos do solo que maximizaram a congruência com a estrutura da vegetação (0,65; $P=0,0002$) foram conjuntamente teor de potássio, teor de cálcio e relação Ca/Mg 0-5 cm e, relação Ca/Mg 10-20 cm (Figura 4).

No grupo formado pelas parcelas dos sistemas mínimo e convencional, novamente *Urochloa plantaginea* apresentou maior abundância-cobertura em relação as demais espécies correlacionadas com o eixo I da ordenação, estando, porém, agora associada aos menores teores de cálcio ($4,1 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$) e relação Ca/Mg 0-5 cm (1,8) encontrados nesses sistemas de cultivo. Como na avaliação anterior, *Desmodium incanum*, *Elephantopus tomentosus*, *Hypoxis decumbens* e *Sida rhombifolia* tiveram os maiores valores de abundância-cobertura no sistema plantio direto (Figura 3a e 3b). Entretanto, nesta avaliação, *Lolium multiflorum*, *Pfaffia tuberosa*, *Stellaria media*, *Vicia sativa*, *Bidens pilosa*, *Oxalis sp.*, *Piptochaetium montevidense* e *Solanum americanum* também ocorreram com maior abundância-cobertura nesta condição de cultivo e de ambiente químico. Todas essas

Semelhantemente à avaliação de outubro de 2002, em outubro de 2003 foram identificadas 20 espécies (gêneros) determinantes da estrutura da vegetação. Confirmando o resultado da análise de variância, e das avaliações anteriores, identificaram-se dois grupos de vegetação. Um com as parcelas do sistema plantio direto e outro com as parcelas dos sistemas mínimo e convencional (Figura 7a). Grupos que se repetiram na ordenação dos atributos do solo com maior congruência com a estrutura da vegetação. Entretanto, nesta avaliação, a congruência entre os atributos do solo e vegetação foi maximizada (0,62; $P=0,0002$) por um conjunto de nove variáveis (Figura 8), cuja dinâmica em função dos tratamentos é apresentada na Figura 7b. Como em outubro de 2002, *Cynodon dactylon*, *Desmodium incanum*, *Elephantopus*

espécies se associaram aos máximos teores de cálcio ($6,7 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$) e relação Ca/Mg (2,5) 0-5 cm, e menores de potássio ($218 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) 0-5 cm e relação Ca/Mg 10-20 cm (1,8) proporcionados pelo mencionado sistema.

Na avaliação de outubro de 2002 foram identificadas 19 espécies (gêneros) determinantes da estrutura da vegetação, podendo-se também identificar dois grupos distintos de vegetação. Um formado pelas parcelas do sistema plantio direto e outro pelas parcelas dos sistemas mínimo e convencional (Figura 5a). Grupos que se repetiram na ordenação dos atributos do solo com maior congruência com a estrutura da vegetação (0,58; $P=0,0001$), que foram conjuntamente pH 0-5 cm e relação Ca/K 10-20 cm (Figura 6). Maiores valores de abundância-cobertura de *Gamochoeta sp.*, *Plantago tomentosa*, *Richardia brasiliensis*, *Sida rhombifolia* e *Sonchus oleraceus* nos sistemas cultivo mínimo e convencional se associaram aos menores níveis de pH 0-5 cm (6,3) dos mesmos. Por outro lado, maior abundância-cobertura de *Cynodon dactylon*, *Desmodium incanum*, *Elephantopus tomentosus* e *Hypoxis decumbens* se associaram ao pH 0-5 cm máximo (7,0) observado no sistema plantio direto (Figura 5b).

Nesta avaliação, devido à disposição das parcelas em relação ao eixo II do diagrama de ordenação da vegetação, não foi possível se inferir prováveis associações entre as espécies correlacionadas com este eixo e os atributos do solo. *tomentosus* e *Hypoxis decumbens* apresentaram maior abundância-cobertura no sistema plantio direto. Sistema que, nesta avaliação, além dos teores máximos de cálcio 0-5 cm ($6,7 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$) superiores aos dos sistemas mínimo e convencional, apresentou também teores máximos de matéria orgânica (4%), fósforo (16 mg L^{-1}) e relação Ca/Mg (2,5) 0-5 cm; e saturação da CTC por alumínio 10-20 cm (8,1%) (Figuras 7a e 7b). Nenhuma das espécies que em outubro de 2002 se associaram aos níveis de pH 0-5 cm dos sistemas mínimo e convencional ocorreram nesta avaliação. Devido à disposição das parcelas em relação ao eixo II do diagrama de ordenação dos atributos do solo, nesta avaliação não foi possível se inferir prováveis associações entre os atributos correlacionados com este eixo e a vegetação.

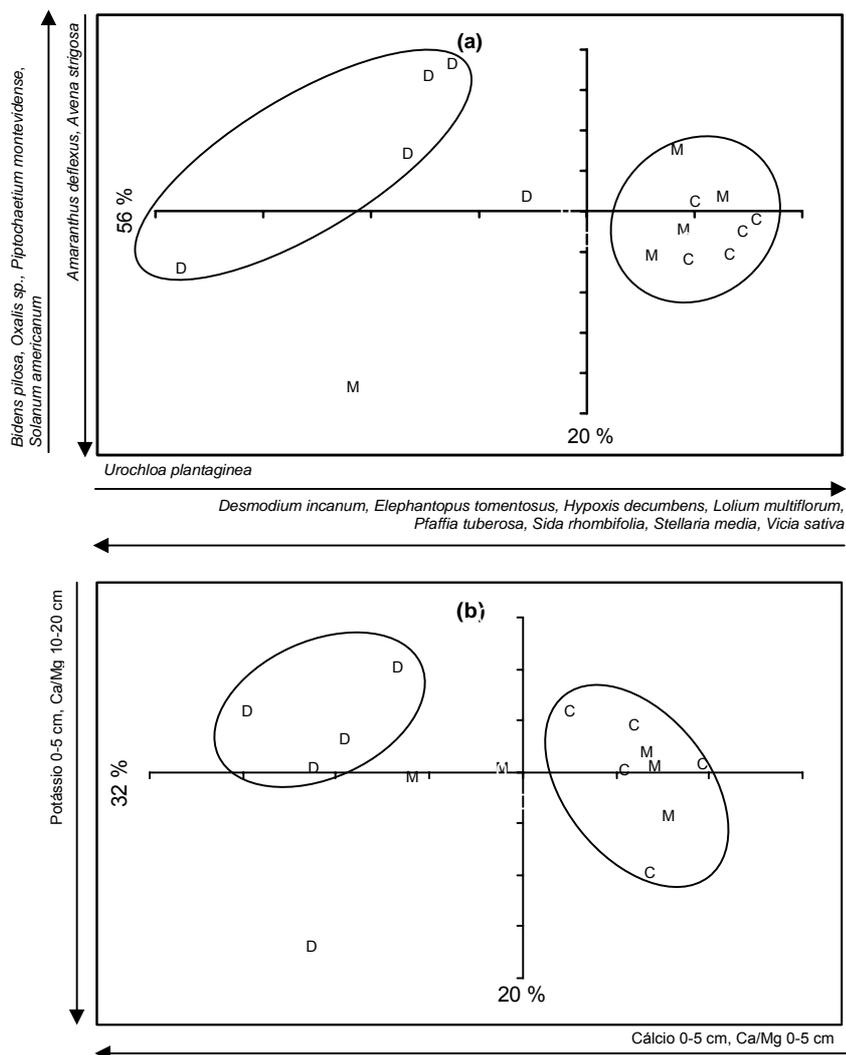


Figura 3 - Diagrama de ordenação da vegetação (a) e dos atributos do solo (b) relacionados com a composição de espécies para os três sistemas de cultivo (D= direto, M= mínimo, C= convencional). (EEA/UFRGS, Eldorado do Sul/RS (maio 2003).

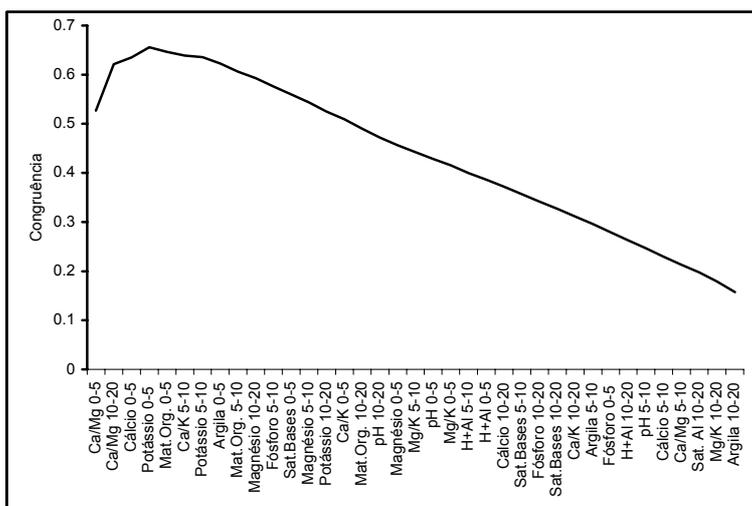


Figura 4 - Perfil de congruência máxima entre a variação da estrutura da vegetação e os atributos do solo. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul/RS (maio 2003).

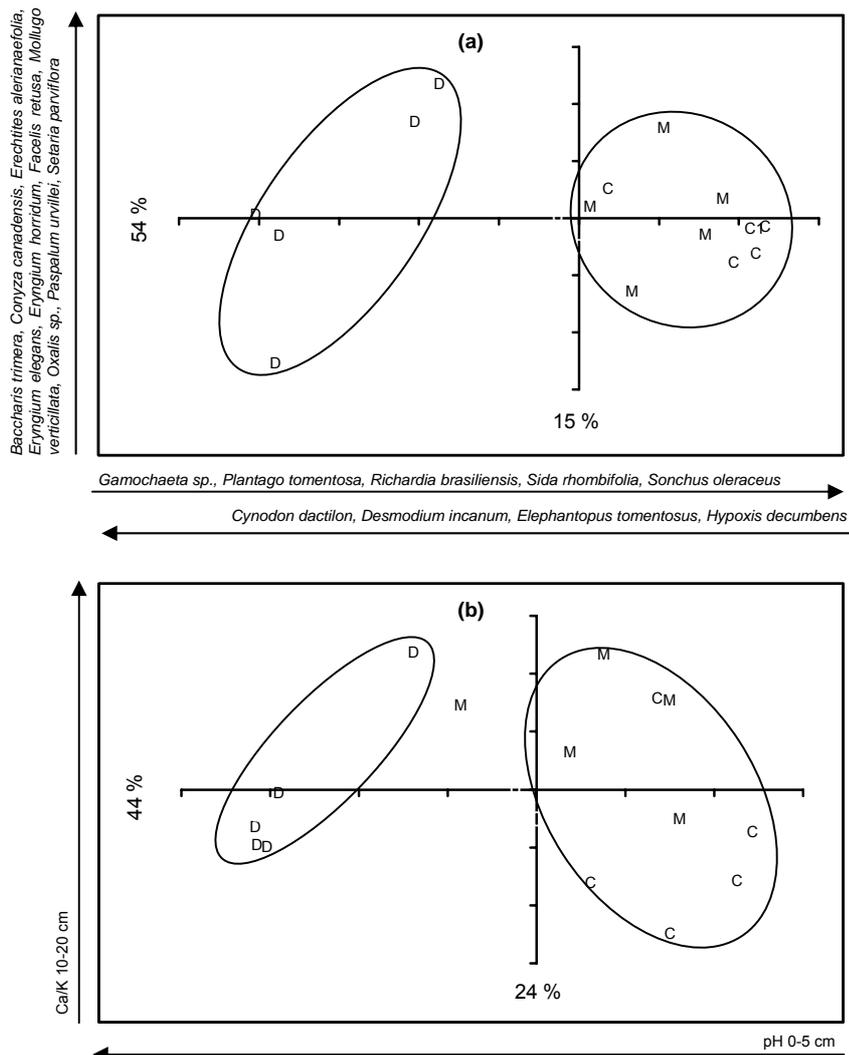


Figura 5 - Diagrama de ordenação da vegetação (a) e dos atributos do solo relacionados a uma composição de espécies (b) para os três sistemas de cultivo (D= direto, M= mínimo, C= convencional). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul/RS (outubro 2002).

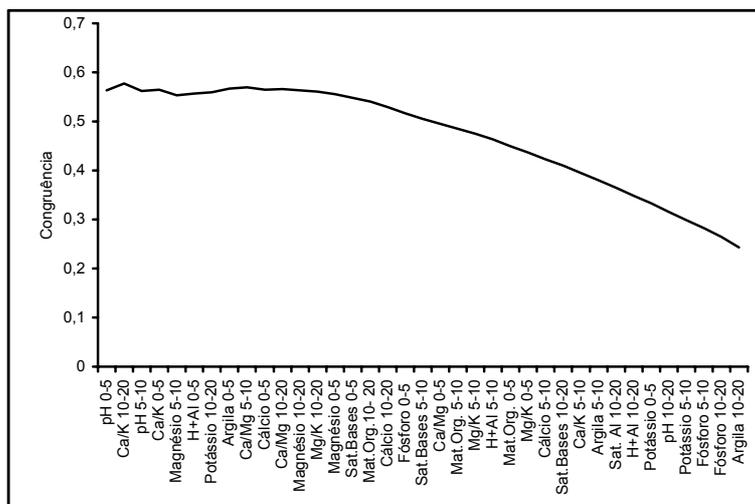


Figura 6 - Perfil de congruência máxima entre a variação da estrutura da vegetação e os atributos do solo. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul/RS (outubro 2002).

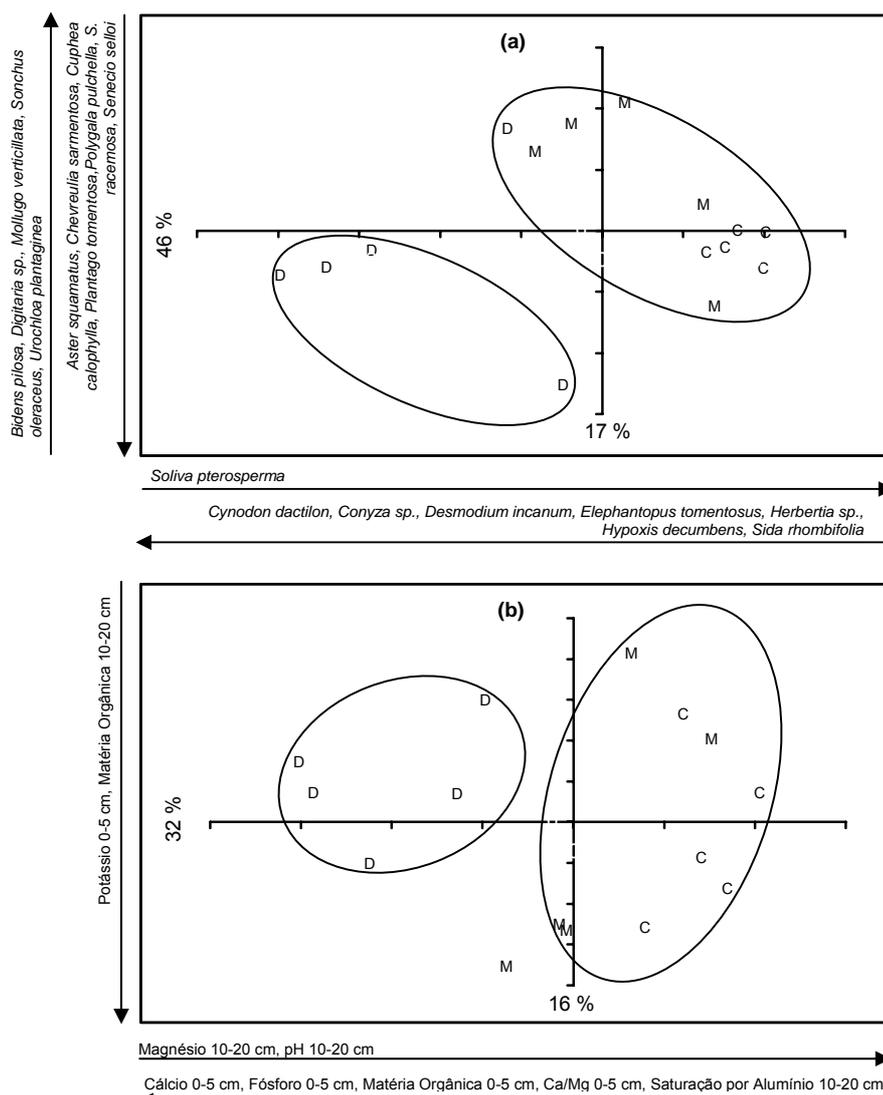


Figura 7 - Diagrama de ordenação da vegetação (a) e dos atributos do solo relacionados com a composição de espécies (b) para os três sistemas de cultivo (D= direto, M= mínimo, C= convencional). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul/RS (outubro 2003).

Em todas as avaliações, o sistema plantio direto apresentou predominantemente maiores níveis de pH e teores de cálcio na camada superficial do solo (0-5 cm), e esteve associado principalmente a espécies perenes como *Cynodon dactylon*, *Desmodium incanum*, *Elephantopus tomentosus*, *Hypoxis decumbens* e *Sida rhombifolia*. Os sistemas com maior mobilização (mínimo e convencional), provavelmente por efeito de diluição no perfil do solo (FAVRETO & MEDEIROS, 2006), caracterizaram-se principalmente por menores níveis de pH e teores de cálcio 0-5 cm. Nestes sistemas predominaram, principalmente, espécies anuais como *Urochloa plantaginea* e *Soliva pterosperma*, demonstrando que cada sistema de cultivo determina diferentes trajetórias para a sucessão vegetal das áreas cultivadas, entre outros fatores, através da formação de diferentes ambientes químicos no solo.

No sistema plantio direto, a deposição de resíduos de culturas na superfície e o não revolvimento, altera a taxa de decomposição da matéria orgânica e a liberação de nutrientes no solo. Além disso, a adição superficial de adubos e

corretivos da acidez, e a ciclagem dos resíduos, tendem a acumular nutrientes na superfície do solo formando gradientes a partir desta (NUERNBERG, 1998).

Os atributos que por mais vezes maximizaram a congruência entre solo e vegetação, cálcio e pH, estão intimamente ligados no processo de reação do solo, uma vez que, com a remoção de bases (Ca, Mg e K), ocorre diminuição do pH (acidez) do solo. Como consequência, há menor disponibilidade de alguns nutrientes, e aparecimento de teores tóxicos de manganês e alumínio. O pH do solo também influencia na atividade microbológica, que pode ter efeito sobre a dormência e predação de sementes, na eficiência de herbicidas e na resposta das sementes a compostos químicos modificadores da dormência, como nitrato e nitrito (CARMONA, 1992; GIANELLO et al., 1995; FAVRETO & MEDEIROS, 2006). Os demais atributos de solo indicados pelas análises de congruência, por sua vez, concorrerem para a adequada nutrição e desenvolvimento das plantas. Deste modo, cada tipo de solo proporciona o aparecimento e desenvolvimento de espécies vegetais espontâneas diferentes, adaptadas às condições reinantes.

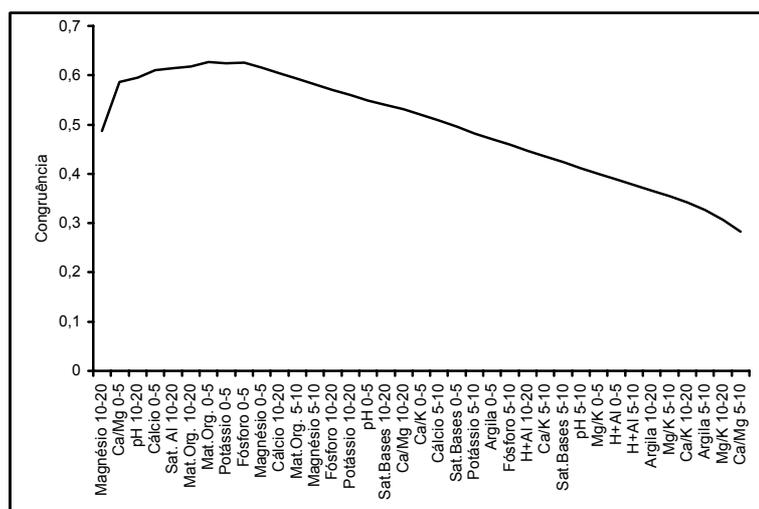


Figura 8 - Perfil de congruência máxima entre a variação da estrutura da vegetação e os atributos do solo. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul/RS (outubro 2003).

Assim, *Aristida pallens* é típica de solos ácidos e pobres em cálcio e fósforo, enquanto *Euphorbia heterophylla*, indica solos com elevado teor de matéria orgânica (PRIMAVESI, 1992). Perda de vigor e vitalidade, inclusive com diminuição do florescimento e produção de sementes, de plantas de *Sisyrinchium platense*, são citadas por MACEDO et al. (1995) quando, por incorporação de calcário, há aumento do pH do solo. De forma semelhante, a ocorrência de *Andropogon lateralis*, *Panicum sabulorum*, *Paspalum pumilum*, *Centella asiática* e *Eleocharis maculosa* encontra-se associada, segundo FOCHT (2001), a ambientes onde a saturação da CTC com bases apresenta baixos valores (extremos topográficos inferiores, nos quais a umidade é maior).

Em consonância com os resultados obtidos no presente estudo, FAVRETO & MEDEIROS (2006) observaram maiores níveis de pH, matéria orgânica e fósforo na superfície do solo quando este foi cultivado sob plantio direto, estando a espécie *Sida rhombifolia* associada a esta condição. Em cultivos com maior revolvimento (mínimo e convencional) estes valores foram inferiores, estando associada a espécie *Urochloa plantaginea*. Da mesma forma, MEDEIROS et al. (2006) também citam aumento na frequência e cobertura de *Desmodium incanum* na medida em que se elevam o pH e a matéria orgânica na superfície do solo.

Como comentado por FOCHT (2001), é importante enfatizar que os resultados aqui apresentados devem ser considerados com reservas. Pois apenas um fator não pode ser aceito como "causa" de uma distribuição vegetal, uma vez que há um conjunto de variáveis interagindo (WHITTAKER, 1967). A consideração de diversas variáveis não pressupõe relações de causa e efeito, o que equivale dizer que a variável ambiental que melhor explica a composição de espécies pode não ser a que realmente está afetando a vegetação, mas outra correlacionada à primeira (CRAWLEY, 1997).

CONCLUSÕES

Os sistemas de cultivo alteram atributos químicos do solo capazes de influenciar o direcionamento da sucessão vegetal e da composição florística.

Teor de cálcio e pH na camada superficial do solo (0-5 cm) são os atributos químicos mais associados à regeneração e desenvolvimento de espécies espontâneas.

A vegetação espontânea presente no sistema plantio direto se caracteriza, principalmente, por espécies perenes associadas a pH e teor de cálcio mais elevado na camada superficial.

Nos sistemas de cultivo mínimo e convencional, a vegetação espontânea se caracteriza, principalmente, por espécies anuais associadas a menor pH e teor de cálcio na camada superficial.

REFERÊNCIAS

- BEKKER, R.M.; KNEVEL, I.C.; TALLOWIN, J.B.R. et al. Soil nutrient input effects on seed longevity: a burial experiment with fen-meadow species. **Functional Ecology**, London, v.12, n.4, p.673-682, 1998.
- BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J.A.; LEITE, D. et al. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.1, p.55-163, 2004.
- BOLDRINI, I.I. **Dinâmica da vegetação de uma pastagem natural sob diferentes níveis de oferta de forragem e tipos de solos**. Porto Alegre, 1993. 262f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J.; NICOLODI, R. et al. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.19, n.1, p.121-126, 1995.
- CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.10, n.1/2, p.5-16, 1992.
- CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A.L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotação de culturas e métodos de

- preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, n.3, p. 527-538, 1998.
- CRAWLEY, M.J. The structure of plant communities. In: CRAWLEY, M. (Ed.) **Plant Ecology**. 2. ed., Oxford: Blackwell Science, 1997. p 475-531.
- DALMAGO, G.A. **Dinâmica da água no solo em cultivos de milho sob plantio direto e preparo convencional**. Porto Alegre, 2004. 244f. Tese (Doutorado em Fitotecnia - Agrometeorologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- EGLEY, G.H. Stimulation of weed seed germination in soil. **Weed Science**, Lawrence, v.2, n.1, p.67-89, 1986.
- EMBRAPA. Centro Nacional Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA - SPI, 1999. 412p.
- FAVRETO, R.; MEDEIROS, R.B.; PILLAR, V.P. Composição do banco de sementes do solo de um campo natural em diferentes intensidades de pastejo e posições de relevo. In: REUNIÃO TÉCNICA DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL - ZONA CAMPOS, 18., 2000, Guarapuava, **Anais...** Guarapuava: CPAF-FAPA, 2000. p.233-235.
- FAVRETO, R.; MEDEIROS, R.B. Banco de sementes do solo em área agrícola sob diferentes sistemas de manejo estabelecida sobre campo natural. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.2, p.34-44, 2006.
- FOCHT, T. **Padrões espaciais em comunidades vegetais de um campo pastejado e suas relações com fatores de ambiente**. Porto Alegre, 2001. 142f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; TEDESCO, M.J. **Princípios de fertilidade do solo**. Porto Alegre: Departamento de Solos - UFRGS, 1995. 277 p.
- KREMER, R. J. Management of weed seed banks with microorganisms. **Ecological Applications**, New York, v.3, n.1, p.42-52, 1993.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**. 2 ed. Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 1998. 853p.
- LEWIS, J. Longevity of crop and weed seeds: survival after 20 years in soil. **Weed Research**, Doorwerth, v.13, n.1, p.179-191, 1973.
- MACEDO, W.; GIRARDI-DEIRO, A.M.; MOTA, A. F. da. Efeito do uso do calcário no controle de *Sisyrinchium platense* *Johnst.* (Iridácea). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.1, p. 55-60, 1995.
- MAIA, F.C. **Dinâmica do banco de sementes do solo em ecossistema campestre sob utilização agropecuária com soja e azevém anual**. Pelotas, 2005. 99f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.
- MAIA, F.C.; MEDEIROS, R.B.; PILLAR, V.P. et al. Soil seed bank variation patterns according to environmental factors in a natural grassland. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n.2, p.126-137, 2004.
- MEDEIROS, R.B.; FAVRETO, R.; FERREIRA, O.G.L. et al. Persistência de *Desmodium incanum* DC. ("pega-pega") em meio a cultivos agrícolas estabelecidos sobre campo nativo. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.12, n.1-2, p.37-44, 2006.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1961. 42 p.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. New York: John Wiley, 1974. 547p.
- NUERNBERG, N.J. **Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto**. Lages: SBCS – Núcleo Regional Sul, 1998. 160p.
- PILLAR, V.D.; ORLÓCI, L. **CHARACTER-BASED COMMUNITY ANALYSIS: the theory and an application program**. Hague: SPB Academic Publishing, 1993. 270p. (Ecological Computations Series, v.5).
- PILLAR, V.D.P.; ORLÓCI, L. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. **Journal of Vegetation Science**, Grangärde, v. 7, n.4, p. 585-592, 1996.
- PILLAR, V.D.P. **MULTIV: Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling - versão 2.3**. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Ecologia, 2004a.
- PILLAR, V.D.P. **SYNCSA: software integrado para análise multivariada de comunidades baseada em caracteres, dados de ambiente, avaliação e testes de hipóteses – versão 2.2.3**. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Ecologia, 2004b.
- PITTY, A.; STANIFORTH, D.W.; TIFFANY, L.H. Fungi associated with caryopses of setaria species from field-harvested seeds and from soil under two tillage systems. **Weed Science**, Lawrence, v.35, n.3, p.319-323, 1987.
- PODANI, J. **Introduction to the Exploration of Multivariate Biological Data**. Leiden: Backhuys, 2000. 407 p.
- PRIMAVESI, A. **Agricultura sustentável**. São Paulo: Nobel, 1992.142p.
- SIDIRAS, N.; VIEIRA, S.R.; ROTH, C.H. Determinação de algumas características físicas de um Latossolo Roxo distrófico sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.8, n.3, p.265-268, 1984.
- SILVA, M.A.S. da; MAFRA, A.L.; ALBUQUERQUE, J.A. et al. Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um argissolo vermelho sob distintos sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.2, p. 329-337, 2006.
- SOUZA, W.J.O.; MELO, W.J. Matéria orgânica em um latossolo submetido a diferentes sistemas de produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.6, p.1113-1122, 2003.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. et al. **Análise de solo, plantas e outros minerais**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p.
- VAN DER MAAREL, E. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. **Vegetatio**, Hague, v.39, n.2, p.97-114, 1979.
- WHITTAKER, R.H. Gradient analysis of vegetation. **Biological Reviews**, Cambridge, v.42, n.2, p.207-264, 1967.