

Relação solo-vegetação em remanescente da floresta estacional decidual na Região Central do Rio Grande do Sul

Soil-vegetation relationship in seasonal deciduous forest remnant in the Central Region of Rio Grande do Sul, Brazil

Ana Paula Moreira Rovedder^{I*} Clarice Maboni de Almeida^{II} Maristela Machado Araujo^I
Tháise da Silva Tonetto^{II} Marta Silvana Volpato Scotti^{III}

RESUMO

O presente trabalho objetivou caracterizar a relação solo-vegetação em remanescente da Floresta Estacional Decidual na Região Central do Rio Grande do Sul a partir da análise da relação entre atributos edáficos e dois grupos fitossociológicos (G1 e G2). Características químicas e o percentual de argila do solo foram submetidos à análise da variância e suas relações com G1 e G2 foram avaliadas por análise de componentes principais (ACP). Para tanto, G1 e G2 foram classificados em 3 intervalos de declividade: 1-14°, 15-34° e 35-45°. Foram identificados Neossolo Litólico nas áreas declivosas e Neossolo Quartzarênico nas áreas planas. G1 na declividade 35-45° e G2 em 1-14° foram mais sensíveis à variação da qualidade química do solo. A relação dos grupos fitossociológicos com a qualidade química do solo aumentou proporcionalmente ao aumento de declividade. Relevo declivoso, pedogênese incipiente e material de origem sedimentar ressaltaram a fragilidade da área, o que valoriza a presença da floresta para a manutenção de serviços ambientais.

Palavras-chave: ciência do solo, grupos fitossociológicos, componentes principais.

ABSTRACT

The present study aimed to characterize the soil-vegetation relationship in Seasonal Deciduous Forest remnant at Central Region of Rio Grande do Sul, starting from the analysis of the relationship between soil attributes and two phytosociological groups (G1 and G2). Chemical soil characteristics and clay percentage were submitted to variance analysis and relations with G1 and G2 were evaluated by Principal Components Analysis (PCA). Therefore, it was classified G1 and G2 within 3 slope intervals: 1-14°, 15-34° and 35-45°. Leptosols have been identified in high slopes and Arenosols in the plan area. G1 in 35-45° and G2 in 1-14° were more sensitive to soil chemical quality. The

phytosociological groups and soil quality relationship increased proportionally with the increase on slope. The declivous relief, recent pedogenesis and sedimentary parental material highlighted the fragility of the area, which emphasizes the forest presence for the environmental services maintenance.

Key words: soil science, phytosociologic groups, principal components.

INTRODUÇÃO

A maior parte dos solos do planeta desenvolveu-se sob florestas, as quais atuaram como importante fator de formação sob os mais diversos tipos climáticos (PRITCHETT & FISHER, 1987). Dados qualitativos e quantitativos do solo têm sido utilizados para elevar o nível de informação quanto à variabilidade desse recurso, quanto a relações entre solo-vegetação, potencial de uso e formação da paisagem (JENNY, 1994; TCHIENKOUA & ZECH, 2004).

Informações sobre a relação solo-vegetação em refúgios florestais são fundamentais para a conservação desses ecossistemas, em face da alta fragilidade que podem apresentar e do potencial para manutenção de serviços ambientais (como manutenção da biodiversidade, ciclagem de nutrientes, recarga de aquíferos, proteção do solo, entre outros) haja vista a intensa fragmentação ecossistêmica, o que eleva a importância dessas áreas como reserva de germoplasma. Diversidade

^IDepartamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Campus Sede, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: anarovedder@gmail.com. *Autor para correspondência.

^{II}Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

^{III}Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Campus Rolim de Moura, RO, Brasil.

de espécies, diversidade de formações vegetais em uma mesma área e manutenção da qualidade dos recursos solo e água em ambientes frágeis são alguns dos aspectos que demonstram a importância da conservação dos locais de refúgio florestal.

Atualmente, as relações entre solo e vegetação, variabilidade de solo de acordo com os fatores de formação, condições químicas, físicas e biológicas têm sido avaliadas a partir de métodos multivariados (ROVEDDER et al., 2009; SCIPIONI et al., 2009). Estes permitem uma análise exploratória das relações entre diversos fatores, o que tem demonstrado potencial no estudo de ambientes altamente heterogêneos (FELFILI, 2007).

Em relação à Floresta Estacional Decidual no RS, um número insuficiente destas relações foi levantado até o momento. Recentemente, SCHUMACHER et al. (2011) sugeriram a denominação Floresta Estacional Subtropical para essa formação, uma vez que sua estacionalidade se dá pela presença de estação com baixas temperaturas. Uma melhor caracterização das relações entre a estrutura fitossociológica desta floresta e as características de solo e paisagem, que propiciam sua presença, favoreceria o desenvolvimento de estratégias de conservação e recuperação, o reconhecimento de suas funções na evolução dos pedossistemas e a possibilidade de uso sustentável das espécies florestais.

O presente trabalho teve como objetivo analisar a relação solo-vegetação a partir de características pedológicas, declividade e grupos fitossociológicos em remanescente da Floresta Estacional Decidual, procurando contribuir com o conhecimento sobre essa tipologia florestal, intensamente convertida em outros usos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em remanescente (560 hectares) da Floresta Estacional Decidual localizado no Campo de Instrução de Santa Maria (CISM), em Santa Maria, na região geomorfológica da Depressão Central do Rio Grande do Sul (Figura 1). O clima é do tipo Cfa, segundo Köppen, subtropical úmido, sem estação seca, com precipitação média anual de 1708mm ano⁻¹, bem distribuída (MALUF, 2000).

Determinação dos grupos fitossociológicos

Os grupos fitossociológicos utilizados no presente trabalho foram determinados pelo método TWINSpan (*Two-way Indicator Species Analysis*) e

estão descritos em ALMEIDA et al. (no prelo). O grupo G1 se localizou entre as coordenadas 29°47'30"S e 29°46'30"S e 53°52'30"W e 53°52'0"W e o grupo G2 se localizou entre as coordenadas 29°47'30"S e 29°46'30"S e 53°52'0"W e 53°51'30"W.

O grupo G1 apresentou como espécies indicadoras, *Trichilia clausenii* C.DC., *Cupania vernalis* Cambess. e *Cryosophyllum marginatum* (Hook & Arn.), com 35% do valor de importância (VI), dentre as 52 espécies identificadas. No grupo G2, as indicadoras foram *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. e *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L. B. Sm. & Downs que, juntamente com *Cordia americana* (L.) Gottshling & J.E.Mill., representaram 25% do VI, de um total de 53 espécies (ALMEIDA et al., no prelo).

Declividade, descrição morfológica e análise química do solo

Os solos foram descritos de acordo com SANTOS et al. (2005) em 36 pontos e classificados segundo EMBRAPA (2006). A declividade foi medida em graus, com clinômetro manual, em cada ponto de coleta e descrição, formando um transecto do ponto mais elevado até a cota mais baixa. Da borda da mata com o campo até o fundo do enclave florestal, realizou-se o caminhamento em 1500m de encostas em declive acentuado.

Amostras compostas por 4 subamostras foram coletadas com trado na profundidade de 0 a 30cm em 108 parcelas de 10x10m, selecionadas aleatoriamente no inventário florestal realizado por ALMEIDA (no prelo). Foram determinados pH em água, matéria orgânica do solo (MO), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), alumínio (Al), H+Al, saturação por alumínio (m%), saturação por bases (V%), CTC efetiva, CTC potencial e percentual de argila, de acordo com TEDESCO et al. (1995). Os valores foram interpretados segundo CQF-NRS/SBCS (2004). Para organização dos diferentes graus de declividade encontrados foram estabelecidos três intervalos (1-14°, 15-34° e 35-45°), nos quais os grupos fitossociológicos G1 e G2 foram alocados.

A análise química do solo e o teor de argila foram submetidos à análise da variância e teste de Tukey, em 5% de probabilidade. A relação entre grupos fitossociológicos, características químicas do solo e declividade foi avaliada por Análise de Componentes Principais (ACP), pelo software CANOCO 4.5. O teste KMO (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Adequacy) foi calculado utilizando-se o software SPSS Statistics e apresentou valor de 0,6, considerado um valor razoável no intervalo de valores do teste, que vai de 0 a 1, sendo que, para decisão

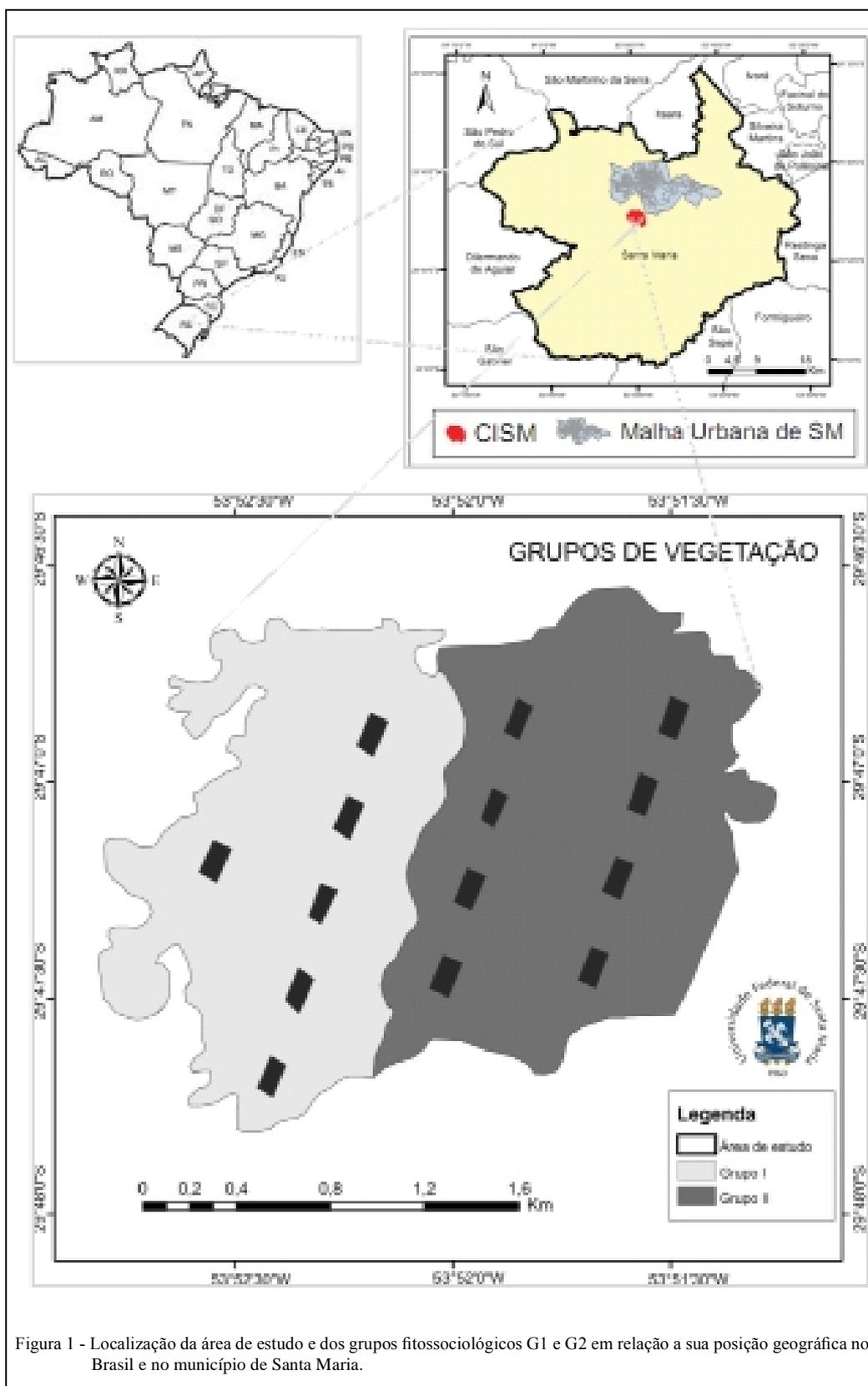


Figura 1 - Localização da área de estudo e dos grupos fitossociológicos G1 e G2 em relação a sua posição geográfica no Brasil e no município de Santa Maria.

favorável à análise de fatores, considera-se valores acima de 0,5 (HAIR et al., 2009). Foram utilizadas 13 variáveis de solo para o cálculo dos eixos e os grupos fitossociológicos/intervalos de declividade foram posteriormente sobrepostos, conforme TER BRAAK & SMILAUER (1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora a área de entorno seja de relevo suave ondulado coberto por campo nativo, condição típica da região, a área do remanescente florestal apresenta alta declividade, formando um enclave côncavo na paisagem, onde predominaram elevadas declividades nas encostas (35 a 45°).

As diferenças de declividade se refletiram nos solos. Nas encostas, o solo foi classificado como Neossolo Litólico. Predominou contato lítico entre 40 e 50cm de profundidade, com horizonte A assentado diretamente sobre a rocha matriz. Apenas na estreita área plana que forma o fundo do enclave, onde as declividades foram menores, foi encontrado Neossolo Quartzarênico, com horizonte A assentado sobre horizonte C. Em ambos os solos, o material de origem é constituído de rochas sedimentares, sendo arenito o material mais frequente, em associação com argilitos e siltitos. Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos derivados de rochas sedimentares ocorrem com certa frequência na região e conferem a esses locais um grau de fragilidade acentuada e de limitação para uso agrícola (PEDRON et al., 2010). Aproximadamente a 30km de distância do local do presente estudo, PEDRON et al. (2010) encontraram Neossolo Regolítico derivado de arenito em relevo ondulado. SCIPIONI et al. (2012), também no município de Santa Maria, encontraram Neossolo Litólico e Neossolo Regolítico em encostas declivosas e Neossolo Quartzarênico nas porções de relevo suave-ondulado na região do Morro do Cerrito. Esses autores também observaram dinâmica de erosão nos compartimentos mais altos e deposição dos sedimentos nas porções mais baixas. A presença de Neossolos pode ser condicionada por fatores diversos, como resistência do material de origem, clima, relevo ou pela interação entre esses (EMBRAPA, 2006). PEDRON & DALMOLIN (2011) citam que a menor infiltração de água em relevo declivoso é uma das causas da presença de Neossolos Litólicos e Regolíticos, pela menor alteração do material de origem.

Santa Maria está situada em uma região de transição entre o Planalto e a Depressão Central, razão pela qual é comum a ocorrência de relevos descontínuos, morros testemunhos, enclaves florestais e áreas de tensão ecológica. Devido a essas

peculiaridades da paisagem, a Floresta Estacional Decidual tem um importante papel como corredor ecológico e como fator de formação e manutenção dos solos locais (PEDRON & DALMOLIN, 2011). PEDRON et al. (2010) citam ainda que esses solos ocorrem sobre o Sistema Aquífero Guarani, o que confere maior fragilidade devido à pouca espessura da zona vadosa.

O caráter eutrófico predominante deve-se, provavelmente, à presença de estratificações de siltitos e argilitos e aos processos pedogenéticos incipientes. Embora sejam solos derivados de rochas sedimentares, a gênese incipiente ainda confere a presença de minerais primários intemperizáveis como reserva de cátions básicos, o que pode ser atestado pela interpretação, principalmente, dos teores de Ca e K (Tabela 1). Avaliando o conteúdo de K em Neossolos e Cambissolos originados de rochas sedimentares e ígneas, MARTINS et al. (2004) encontraram maiores valores em Neossolo Litólico derivado de arenito, o que atribuíram ao menor grau de intemperismo.

O teor de MO encontrado foi baixo para os dois grupos fitossociológicos em todos os intervalos de declividade (Tabela 1), o que pode estar relacionado com o material de origem arenítico e com a declividade acentuada da maior parte da área. Solos derivados de materiais sedimentares não favorecem a adsorção de ácidos orgânicos, devido à baixa formação de complexo sortivo, fazendo com que o conteúdo orgânico seja rapidamente degradado pela atividade microbiana. Sabe-se também que uma maior proteção física da matéria orgânica está relacionada a maiores proporções de poros menores que 0,001mm, os quais são menos frequentes em solos arenosos (VEZZANI & MIELNICZUK, 2011). Por sua vez, a declividade acentuada determina uma grande área de contribuição ao longo do enclave, o que resulta na retirada de grande parte do material depositado pela floresta no escoamento superficial, reduzindo o potencial de estabilização do material orgânico.

Estatisticamente, apenas o conteúdo de P apresentou diferenças significativas, variando de teores médios em G1/15-30° e baixos nos demais intervalos, de acordo com CQF-NRS/SBCS (2004) (Tabela 1). A quantidade de P no solo varia, principalmente, com o material de origem e com o seu estágio de desenvolvimento (BISSANI et al., 1995), sendo que a cobertura florestal influencia fortemente a disponibilidade de P (SOLOMON et al., 2002). Devido à dinâmica complexa desse elemento, relações do P no solo necessitam ser melhor elucidadas, principalmente, quando se trata de solos florestais.

Tabela 1 - Características químicas do solo e percentual de argila na profundidade de 0 a 30cm, em remanescente de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS, para os grupos fitossociológicos G1 e G2, nos intervalos de declividade 1-14°, 15-34° e 35-45°.

Grupo/ declividade	pH água ¹	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efet.	CTC pH 7	m	V	MO	Arg
		-----mg dm ⁻³ -----		-----Cmolc dm ⁻³ -----						----- % -----			
G1/1-14°	5,2 a* (b) ²	8,3 b (b)	54,7 a (md)	5,1 a (a)	0,7 a (md)	0,6 a	3,6 a	6,5 a	9,5 a (md)	10,0 a (md)	65,0 a (md)	1,5 a (b)	13,2 a
G1/15-34°	4,6 a (mb)	19,0 a (md)	74,2 a (a)	2,1 a (md)	0,4 a (b)	1,3 a	5,2 a	4,0 a	7,9 a (md)	39,0 a (a)	34,0 a (b)	1,4 a (b)	12,4 a
G1/35-45°	5,6 a (md.)	13,0 ab (b)	105,6 a (a)	9,0 a (a)	0,7 a (md)	0,7 a	3,9 a	10,7 a	14,9 a (md)	8,0 a (b)	71,0 a (md)	1,9 a (b)	11,9 a
G2/1-14°	5,1 a (b)	13,0 ab (b)	62,6a (a)	9,1 a (a)	0,6 a (md)	1,2 a	4,3 a	10,9 a	14,2 a (md)	22,0 a (a)	60,0 a (md)	1,5 a (b)	13,3 a
G2/15-34°	4,9 a (mb)	7,5 b (b)	97,7a (a)	6,1 a (a)	0,8 a (md)	1,5 a	4,7 a	8,6 a	11,8 a (md)	17,0 a (md)	62,0 a (md)	1,5 a (b)	14,9 a
G2/35-45°	5,3 a (b)	10,0 ab (b)	74,2a (a)	4,9 a (a)	0,4 a (b)	0,7 a	2,7 a	6,2 a	8,2 a (md)	15,0 a (md)	62,0 a (md)	1,6 a (b)	8,6 a

¹ pH: potencial de hidrogênio; Ca:cálcio; Mg: magnésio; Al: alumínio; H+Al: acidez potencial; CTC_{ef}: Capacidade de Troca Catiônica efetiva; m%: saturação por alumínio; V%: saturação por base; % MO: percentual de matéria orgânica; % Arg: percentual de argila; P: fósforo; K: potássio; CTC_{pH7}: capacidade de troca catiônica potencial. * Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, em um nível de 5% de probabilidade. ² letras entre parênteses representam as faixas de interpretação de acordo com CQFS- NRS/SBCS (2004), em que: a: alto; ma: muito alto; b: baixo; mb: muito baixo; md: médio.

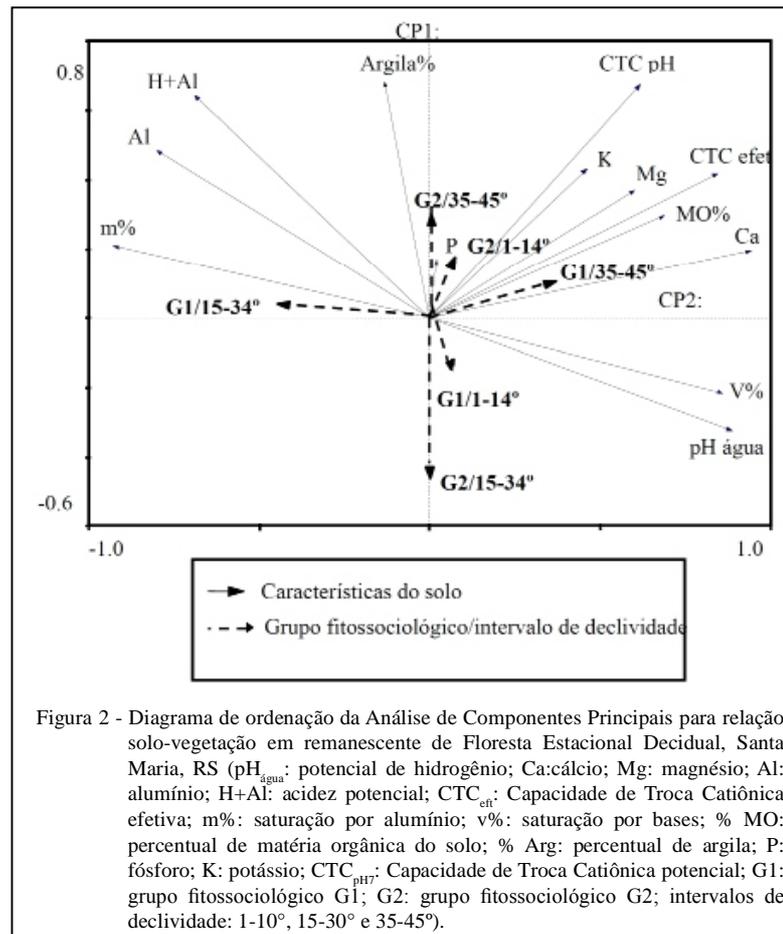
Relação do solo com grupos fitossociológicos/declividade

A ACP permitiu distinguir os principais atributos edáficos que se relacionaram com os grupos fitossociológicos nos intervalos de declividade. Até o terceiro componente principal (CP 3), 78,4% da variabilidade foi explicada (47,8% no CP 1; 19,5% no CP 2 e 11,1% no CP 3). Apenas percentual de argila (arg.%), fósforo (P) e potássio (K) apresentaram autovalores menores que 0,5 no CP 1 (Tabela 2). Observa-se que os conteúdos de Ca, K, Mg e as CTC's efetiva e a pH 7,0 relacionam-se positivamente entre si e em relação oposta às características do complexo de acidez trocável (H, H+Al e m%), as quais formam um grupo à parte (Figura 2). Estes resultados demonstram a dinâmica natural do solo, na qual o conteúdo dos cátions nutrientes e a reatividade do complexo sortivo estão relacionados com o conteúdo de matéria orgânica. Esta relação é ainda mais dependente da matéria orgânica em solos com baixos teores de argila e com cobertura florestal, onde a deposição de serapilheira é fundamental para a ciclagem biogeoquímica. Em solos arenosos, há uma maior lixiviação de cátions e, conseqüentemente,

Tabela 2 - Autovalores para cada variável utilizada para cálculo dos componentes principais (CP) 1 e 2 para relação solo-vegetação em remanescente de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS.

Variável	CP1	CP2
pH	0,8918	0,1999
Ca	0,8931	0,3167
Mg	0,5491	0,1735
Al	0,7404	0,5710
H+Al	0,6095	0,6901
CTC ef.	0,8282	0,4594
M%	0,8457	0,3150
V%	0,9161	0,2662
MO%	0,7214	0,3374
Arg.%	0,1552	0,5303
P	0,1039	0,3124
K	0,4396	0,4533
CTC pH7,0	0,6408	0,6948

(pH_{água}: potencial de hidrogênio; Ca:cálcio; Mg: magnésio; Al: alumínio; H+Al: acidez potencial; CTC_{ef}: Capacidade de Troca Catiônica efetiva; m%: saturação por alumínio; V%: saturação por bases; MO%: percentual de matéria orgânica; Arg%: percentual de argila; P: fósforo; K: potássio; CTC_{pH7}: Capacidade de Troca Catiônica potencial).



baixo teor de matéria orgânica e baixa CTC (MEURER et al., 2006). Apesar dos baixos conteúdos de MO encontrados (Tabela 1), observa-se uma correlação positiva entre essa variável e os conteúdos de macronutrientes, CTC e V%, demonstrando essa interdependência (Figura 1).

Para os grupos fitossociológicos nos intervalos de declividade, a soma dos autovalores dos eixos 1 e 2 acima de 0,6 apresentaram maiores correlações com as características de solos, sendo esses os grupos G1/15-34°, G1/35-45°, G2/15-34° e G2/35-45°.

O grupo G1/35-45° apresentou forte correlação com Ca, MO, CTC efetiva, Mg e CTC pH 7,0, relacionando-se positivamente com um aumento no nível de qualidade química do solo (Figura 2). Em análise da relação vegetação-solo de origem arenítica no Cerrado, TOLEDO et al. (2009) encontraram fortes correlações que permitiram diferenciação entre ambientes avaliados, principalmente, para os teores de silte, Ca e Mg. G2/35-45° apresentou correlação positiva com o percentual de argila do solo

(Figura 2), o que pode estar relacionado à presença de estratificações de material mais fino, como siltitos e argilitos, de ocorrência no local. Nessa declividade, se a cobertura florestal fosse retirada, haveria a incidência direta dos agentes erosivos, levando à ruptura dos ciclos biogeoquímicos e à perda de solo. A deposição de serapilheira - conferindo maior rugosidade à superfície do terreno - e a interceptação do volume de precipitação pelo dossel florestal reduzem a energia cinética da chuva e o volume do escoamento superficial (LOURENÇÃO & HONDA, 2007).

Conforme ALMEIDA et al. (no prelo), as parcelas com maior similaridade florística não apresentaram um *continuum*, dada a grande variação da declividade e conseqüente alteração no ambiente. Assim, obteve-se explicação das variações de solo somente quando esse foi estudado em classes de declividade, fato constatado neste trabalho. *Trichilia clausenii*, *Cupania vernalis* e *Crysophyllum marginatum* foram espécies indicadoras de G1 (ALMEIDA et al., no prelo). Entre estas, há pesquisas que relacionam a *Trichilia clausenii* com elevadas

declividades e solos rasos (SCIPIONI, 2009; LORENZI, 2008). As indicadoras de G2, *Sebastiania commersoniana* e *Luehea divaricata*, ocorrem em solos úmidos susceptíveis à inundação, o que, provavelmente, indica um sistema radicular apto à estabilização do solo (CRESTANA et al., 2006).

Por fim, deve ser lembrado que a área do estudo permanece com importantes funções e serviços ambientais, contribuindo para redução dos efeitos da fragmentação florestal na região. A textura arenosa, predominante em toda a área, torna a presença da cobertura florestal importante para a filtragem de moléculas na água de escoamento e de infiltração. Entretanto, sua importância ambiental mais relevante talvez seja a alta capacidade de infiltração na parte mais funda do enclave, o que torna a área imprescindível para a recarga dos aquíferos e lençóis freáticos de toda a região.

CONCLUSÃO

A relação dos grupos fitossociológicos com a qualidade química do solo foi maior no intervalo de maior declividade (35-45°), enquanto os principais atributos de solo diferenciadores dos ambientes avaliados foram pH, Ca, CTC efetiva, m% e V%. Os resultados demonstraram a importância da manutenção da cobertura vegetal original em solos rasos associados à elevada declividade.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C.M. et al. Análise de agrupamentos em remanescente de floresta estacional decidual. *Ciência Florestal* (no prelo).
- BISSANI, C.A. et al. **Avaliação da fertilidade dos solos do Estado do Rio Grande do Sul e necessidade de adubos e corretivos**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 35p.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFSRS/SC). **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.
- CRESTANA, M. de S. et al. **Sistema de recuperação com essências nativas, produção de mudas e legislação**. 2.ed. Campinas: CATI, 2006. 248p.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- FELFILI, J.M. **Análise multivariada em estudos de vegetação**. Brasília: UNB, 2007. V.9, n.1, 117p. (Comunicações técnicas florestais).
- JENNY, H. **Factors of soil formation: a system of quantitative pedology**. New York: McGraw-Hill, 1994. 281p.
- HAIR, J.F. et al. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 5.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008. V.1, 384p.
- LOURENÇÃO, A.; HONDA, E.A. **Influência do reflorestamento com essências nativas sobre a infiltração da água e a velocidade do escoamento superficial**. São Paulo: Instituto Florestal, 2007. p. 33-37. (Instituto Florestal – Série Registros, n. 31).
- MARTINS, R. et al. Reserva mineral de potássio nos solos dos campos gerais, Estado do Paraná. *Ceres*, v.51, n.296, p.521-533. 2004. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/CERES/revistas/V51N296P31104.pdf>>. Acesso em: 15 maio, 2009.
- MEURER, E.J. et al. **Fundamentos de química do solo**. 3.ed. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 285p.
- MALUF, J.R.T. Nova classificação climática do estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.8, p.141-150, 2000.
- PEDRON, F.A. et al. Morfologia dos contatos entre solo-saprolito-rocha em Neossolos derivados de arenitos da Formação Caturrita no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, n.6, p.1941-1950. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v34n6/19.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2011. 10.1590/S0100-06832010000600019.
- PEDRON, F.A.; DALMOLIN, R.S.D. Solos da região do rebordo do Planalto Meridional no Rio Grande do Sul. In: SCHUMACHER, M.V. et al. (Orgs.). **A Floresta estacional subtropical**. Caracterização e ecologia no rebordo do planalto meridional. Santa Maria: [s.n.], 2011. p.33-51.
- PRICHTETT, W.L.; FISHER, R. **Properties and management of forest soil**. 2.ed. Nova York: John Wiley & Sons, 1987. 488p.
- ROVEDDER, A.P.M. et al. Organismos edáficos como bioindicadores da recuperação de solos degradados por arenização no Bioma Pampa. *Ciência Rural*, v.39, n.4, p.1061-1068, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n4/a129cr421.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2010. doi: 10.1590/S0103-84782009005000023.
- SANTOS, R.D. et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5.ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 92p.
- SCIPIONI, M.C. et al. Distribuição do compartimento arbóreo em gradiente de relevo e solos na Encosta Meridional da Serra Geral, RS. *Ciência Rural*, v.40, n.6, p.675-690. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782010005000090&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 20 abr. 2010. doi: 10.1590/S0103-84782010005000090.
- SCIPIONI, M.C. et al. Análise fitossociológica de um fragmento de floresta estacional em uma catena de solos no morro do Cerrito, Santa Maria, RS. *Ciência Florestal*, v. 22, n.3, p.457-466. 2012. Disponível em <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/view/6614/4015>>. Acesso em: 20 abr. 2010.
- SOLOMON, D. et al. Phosphorus forms and dynamics as influenced by land use changes in the sub-humid Ethiopian

highlands. **Geoderma**, n.105, p.21-48, 2002. Disponível em: <<http://www.css.cornell.edu/faculty/lehmann/publ/Geoderma%20105,%2021-48.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2012. doi: 10.1016/j.bbr.2011.03.031.

TCHIENKOUA, M.; ZECH W. Organic carbon and plant nutrient dynamics under three land uses in the highlands of West Cameroon. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.104 p.673-679, 2004.

TEDESCO, M.J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, n.5).

TER BRAAK C.J.F.; ŠMILAUER P. **CANOCO Reference manual and user's guide to Canoco for Windows**. Ithaca, USA: Microcomputer Power, 1998. 352p.

TOLEDO, L. et al. Análise multivariada de atributos pedológicos e fitossociológicos aplicada na caracterização de ambientes de cerrado no norte de minas gerais. **Revista Árvore**, v.33, n.5, p.957-968, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010067622009000500018&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 15 dez. 2010. doi: 10.1590/S0100-67622009000500018.

VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. **O solo como sistema**. Curitiba: edição dos autores, 2011. 104p.