

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**FITOSSOCIOLOGIA DE ESPÉCIES NATIVAS DE MATA  
CILAR NA BARRAGEM DO DIVISA**

RELATÓRIO BIMESTRAL 08/2011

SANTA MARIA, AGOSTO DE 2011

## **1 EQUIPE DE TRABALHO**

### **Coordenação**

Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maristela Machado Araujo (UFSM)

### **Participantes colaboradores do Projeto**

Dr. Solon Jonas Longhi (UFSM)

M. Sc. Luciane Belmonte Chami (UFSM)

Dr<sup>a</sup> Ana Paula Moreira Rovedder (UFSM)

Daniele Guarienti Rorato (PPGEF/UFSM)

Adriana Falcão Dutra (PPGEF/UFSM)

Fernando Cunha (UFSM)

### **Colaboradores externos**

Suelen Carpenedo Aimi (UFSM)

Thaíse da Silva Tonetto (UFSM)

### **Administração Orçamentária**

Fundação de Apoio à Tecnologia e Ciência (FATEC)

## 2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Durante o bimestre, após a realização das coletas de amostras químicas e físicas de solo, além da caracterização dos perfis de solo, por meio da abertura de trincheiras, deu-se continuidade a etapa de levantamento de solos por meio do encaminhamento do material para o Laboratório de Análises de Solos (LABSOLO) e ao Laboratório de Física do Solo (LAAR), ambos pertencentes ao Centro de Ciências Rurais, da Universidade Federal de Santa Maria, para obtenção dos laudos químicos e físicos, respectivamente, e posterior análise dos resultados.

Nessa ocasião, efetuou-se a interpretação dos parâmetros observados nas análises químicas e físicas, para as tipologias campo nativo, zona de transição, fragmento 5, fragmento 1, fragmento 4 e fragmento 2, com base nas peculiaridades e características inerentes de cada ambiente.

Dando sequência a esta etapa, será realizada a correlação entre os dados de vegetação e dados ambientais, por meio da Análise de Correspondência Canônica. A análise partirá da formação de duas matrizes, a primeira referente à densidade de indivíduos de cada espécie por parcela, e a segunda, constando às características químicas e físicas do solo, também, em cada parcela. Estes resultados permitirão analisar quais as variáveis de solo apresentam maior influência sobre os agrupamentos, identificando-se tendências de adaptação das espécies e diferentes aspectos edáficos tais como, disponibilidade de nutrientes, níveis de acidez, toxicidade, impedimento à penetração de raízes, etc.

### **3 INTERPRETAÇÃO PRELIMINAR DAS ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS DO SOLO AMOSTRADAS NAS TIPOLOGIAS ESTUDADAS**

O solo é fundamental para as diferentes tipologias vegetais, pois as ações químicas, físicas e biológicas desencadeadas nesse meio, criam um ambiente apto a transformar as rochas e sais minerais em nutrientes, em concentração e velocidade suficiente para disponibilizá-los adequadamente à absorção pelas plantas. O solo é também um reservatório para armazenar água e a base para fixação do sistema radicular da planta.

#### **3.1 Processo de formação do solo**

Para Muggler (2005), a pedogênese ou formação do solo é estudada pela Pedologia, cujas noções básicas e conceitos fundamentais foram definidos em 1877, pelo cientista russo Dokuchaev. Até esta época, prevaleceu a visão geológica, que considerava o solo apenas como sendo um manto de fragmentos de rocha e produtos de alteração, o qual refletia unicamente a composição da rocha que lhe deu origem.

Com a constatação da existência de solos diferentes, desenvolvidos a partir de uma mesma rocha de origem, a concepção do conceito solo passou a ter uma conotação mais genética, passando a ser identificado como um material que evolui no tempo, mediante a ação dos fatores naturais ativos na superfície terrestre. Para Streck et al. (2008) as propriedades do solo são resultado dos fatores de formação do solo que nele atuaram e ainda atuam, destacando-se o material de origem, clima, organismos, topografia (relevo) e tempo.

Assim, conforme Rezende et al. (2007), o clima e os organismos, controlados pelo relevo, atuam sobre o material de origem, ao longo do tempo, gerando uma situação de desequilíbrio que resulta em intemperismo e formação de solos. Dentre os fatores de formação do solo, o material de origem e o tempo são considerados fatores passivos, enquanto clima e organismos são fatores ativos, com o relevo definido como fator controlador.

Para Muggler (2005), fator passivo de formação do solo é aquele que não adiciona e não exporta material, nem gera energia para acelerar os processos de

intemperismo e pedogênese. Aos fatores ativos, se atribui o provimento de energia e formação de compostos químicos que promovem a pedogênese.

### **3.2 Influência do clima, organismos e topografia na formação do solo**

#### **a) Clima (precipitação e temperatura)**

O clima é o fator que, isoladamente, mais contribui para o intemperismo, determinando o tipo e a velocidade do intemperismo em uma dada região. Os dois parâmetros climáticos mais importantes são a precipitação e a temperatura, regulando a natureza e a velocidade das reações químicas. Para que as reações químicas de intemperismo ocorram, é necessário que exista água no sistema. Dessa forma, a água está envolvida diretamente no processo como solvente, ou indiretamente, favorecendo a instalação de seres vivos que irão acelerar o intemperismo.

Uma vez processadas as reações, a circulação de água exerce importante papel na remoção de partículas sólidas (erosão) e produtos solúveis (lixiviação) do intemperismo. Quanto maior a disponibilidade de água (pluviosidade total e distribuição ao longo do ano) e mais freqüente for a sua renovação (drenagem), mais completas serão as reações químicas que promoverão o intemperismo do material de origem.

Outro fator a ser considerado é a temperatura, que desempenha um papel duplo, condicionando a ação da água, pois ao mesmo tempo em que acelera as reações químicas, aumenta a evaporação, diminuindo a quantidade de água disponível para a lixiviação dos produtos solúveis.

As condições climáticas condicionam a ocorrência do tipo de vegetação adaptada. Entretanto, o solo pode alterar o clima atmosférico localmente.

#### **b) Organismos**

Compreendem os vegetais, animais, bactérias, fungos e líquens, os quais têm influências dinâmicas nos processos de formação do solo. Esses organismos exercem ações físicas e químicas sobre o material de origem e continuam a atuar no perfil do solo. Estas ações podem ser classificadas como conservadoras e

transformadoras. Ações conservadoras são, por exemplo, a interceptação da chuva pela parte aérea dos vegetais, o sombreamento da superfície (diminuindo a amplitude térmica), assim como a retenção de solo pelas raízes das plantas. Entre as ações transformadoras se destacam a ação dos organismos no intemperismo físico e químico das rochas, a mobilização de sólidos (minerais e orgânicos) por animais, a reciclagem de nutrientes e incorporação de matéria orgânica pelos vegetais (MUGGLER, 2005).

### c) Topografia (relevo)

A topografia regula a velocidade de escoamento superficial das águas pluviais (o que também depende da cobertura vegetal) e, portanto, controla a quantidade de água que se infiltra nos perfis, cuja eficiência depende do fluxo vertical de solutos e colóides, assim como do fluxo lateral de partículas sólidas pela erosão. Dessa forma, o intemperismo se acentua com a infiltração da água pelo perfil do solo, levando os produtos mais solúveis do intemperismo. Por outro lado, se as partículas sólidas da superfície do solo forem arrastadas pelo escoamento superficial, o equilíbrio pedogênese/erosão se deslocará no sentido de manter o solo com menor espessura, mais próximo do material de origem. Tanto a taxa de infiltração quanto o escoamento superficial estão diretamente relacionados com a declividade do relevo. Assim, em áreas de relevo plano, predomina o processo de infiltração, enquanto em áreas de declividade acentuada, predomina o escoamento superficial.

Além do controle do fluxo de água, o relevo também exerce um importante papel no controle da intensidade de insolação das encostas. Dessa forma, no hemisfério sul, a face de uma encosta que estiver voltada para o norte recebe maior quantidade de energia incidente também durante o inverno, produzindo maior aquecimento, e resultando em um intemperismo maior do que na face voltada para o sul.

### 3.3 Indicadores químicos da qualidade do solo

Alguns dos principais componentes da avaliação da qualidade química de um solo são os índices de acidez, o complexo de troca catiônica, o conteúdo de matéria orgânica, possíveis níveis de toxidez de alguns elementos e a disponibilidade de nutrientes.

A acidez do solo é avaliada pelo índice pH, o qual apresenta valores em uma escala de 0 a 14, sendo valores até 7, considerados ácidos, valor igual à 7 considerado neutro e valores acima de 7, básicos. Nos solos das regiões tropicais e subtropicais esses valores se encontram, geralmente, no intervalo de 3,5 a 5,5.

#### a) Acidez ativa e acidez potencial

A sigla “pH” indica potencial de Hidrogênio e define a acidez ativa ou a alcalinidade do solo, em uma escala que varia de 0 a 14. Há uma faixa de pH entre 6 e 7 onde os nutrientes essenciais e os micronutrientes são mais facilmente absorvidos pelas raízes. Os solos classificados como ácidos apresentam pH inferior a 7, enquanto os alcalinos possuem valores superiores a esse número.

Nos solos das regiões tropicais e subtropicais, esses valores se encontram, geralmente, no intervalo de 3,5 a 5,5, considerados ácidos, reflexo do elevado grau de intemperismo que ocorre nessas condições climáticas.

Há dois elementos responsáveis por essa acidez, o próton  $H^+$  e o alumínio trivalente em solução ( $Al^{3+}$ ).

O índice pH refere-se apenas à atividade do  $H^+$ , sendo esse valor conhecido como acidez ativa, a qual subestima o potencial total de reação ácida de um solo, uma vez que desconsidera a participação do  $Al^{3+}$ .

A acidez potencial é o componente que permite uma interpretação mais abrangente, pois apresenta a determinação dos teores de  $H^+$  e Al.

Considera-se que a partir de pH 4,5, a atividade fitotóxica do Al já esteja neutralizada por reações com  $OH^-$ , gerando compostos neutralizados, os hidróxidos de Al ( $Al(OH)_3$ ).

b) Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S)

De acordo com Azevedo e Dalmolin (2006), tais elementos são classificados como macronutrientes, pois são necessários em grande quantidade pelas plantas. São alguns dos nutrientes mais importantes para a planta. Além da quantidade exigida, também é muito importante a proporção que eles se encontram no solo para que a planta consiga absorvê-los.

Potássio, cálcio e magnésio são cátions básicos que se ligam às cargas negativas do solo através de ligações elétricas, as quais podem ser facilmente deslocadas de acordo com as proporções desses elementos que estejam adsorvidas nas cargas elétricas e a proporção livre em solução. É por meio desses mecanismos que esses nutrientes podem ser disponibilizados à absorção das plantas.

Fósforo, nitrogênio e enxofre predominam em formas aniônicas e estão fortemente associados com o conteúdo de matéria orgânica e com a atividade microbiana do solo. Nitrogênio e fósforo são elementos estruturais que apresentam a particularidade de serem quimiossorvidos nos complexos de carga positiva do solo, através de ligações covalentes de difícil reversão.

c) Boro (B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni) e Zinco (Zn)

Esses são os micronutrientes, assim caracterizados, pois são exigidos em pequena quantidade pelas plantas (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004; AZEVEDO e DALMOLIN, 2006). A quantidade total desses elementos que se encontra presente no solo varia com o material de origem e o grau de intemperização dos solos. Solos derivados de basalto são mais ricos em micronutrientes, que os derivados de arenitos, justificando a maior concentração de micronutrientes observada.

Tais elementos podem ser classificados como micronutrientes aniônicos, como o Boro ( $\text{H}_3\text{BO}_3^-$ ), Cloro ( $\text{Cl}^-$ ) e o Molibdênio ( $\text{MoO}_4^{2-}$ ) e micronutrientes catiônicos, tais como Cobre ( $\text{Cu}^{2+}$ ), Ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ), Manganês ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e Zinco ( $\text{Zn}^{2+}$ ).

Cu e Zn encontram-se fortemente adsorvidos aos colóides inorgânicos do solo e formam complexos com a matéria orgânica. O Fe e Mn podem passar para diferentes formas de solubilidades nos solos, sendo que os ciclos de umedecimento e secagem do solo e a atividade biológica interferem na disponibilidade desses

micronutrientes. O Mo, na forma de molibdato, é adsorvido aos colóides da solução do solo, sendo mais retidos, em condições de alta acidez do solo, a calagem, ao elevar o pH, favorece o aumento da disponibilidade. Já o Mn é disponível em solos ácidos.

#### d) Capacidade de Troca de Cátions (CTC)

A capacidade de troca de cátions é o conjunto de cargas elétricas negativas de um solo, no qual os elementos catiônicos como K, Ca, Mg, Al, H e Na podem se adsorver. O tipo de ligação realizada pela CTC é a elétrica, ou seja, atrações entre campos elétricos de cargas opostas. Esse tipo de ligação é facilmente quebrada o que gera a capacidade de liberação de elementos para a solução do solo. Dessa forma o equilíbrio químico de um solo passa pela relação de proporção entre os elementos retidos e os disponíveis em solução. Em termos de fertilidade do solo é interessante que a CTC possa estar saturada com os cátions nutrientes, funcionando como um reservatório que disponibilizará os nutrientes para a solução, na medida em que esse equilíbrio químico se altere. Esse tamponamento químico do solo serve para manter as proporções normais de cada elemento.

Práticas de manejo podem alterar essas proporções tanto de forma positiva quanto negativa.

#### e) Saturação por bases (V%)

Conforme a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004) é definida como a fração da CTC (calculada a pH 7,0) ocupada pelos cátions de reação básica, representando a porcentagem das cargas negativas do solo neutralizadas por cátions de reação básica ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $Na^+$ ).

Quanto maior a saturação por bases, maior o reservatório de cátions nutrientes de um solo. Exceção se faz aos solos salinos em que uma boa parte da saturação por bases pode ser de Na. No caso dos solos do RS, esse fato não ocorre, pois não temos condições climáticas de aridez que possam levar à salinização de um solo. É por esse motivo que os cálculos da CTC, para o RS, desconsideram o elemento Na.

Em termos de diagnóstico e classificação de solos, a V% permite identificá-los como sendo eutróficos ( $V\% > 50\%$ ) ou distróficos ( $V\% \leq 50\%$ ), correspondendo a uma

inferência genérica de boas condições de fertilidade para solos eutróficos e más condições de fertilidade para solos distróficos.

f) Saturação por alumínio (m%)

É a porcentagem de íons de alumínio aderidos quimicamente a parte mineral do solo. Qualquer valor maior que zero é danoso para a planta e haverá redução de produção.

Na prática, os solos tropicais e subtropicais apresentam tendência a certo percentual de m%. Em solos cultiváveis, as práticas de correções podem focar a redução da m% e o aumento da V%, melhorando a disponibilidade de nutrientes às plantas.

g) Matéria Orgânica

A matéria orgânica do solo (MO) é definida como a fração orgânica, incluindo resíduos (frescos e em todos os estádios de decomposição) de plantas, animais, microorganismos e húmus (NELSON e SOMMERS, 1982 apud REZENDE et al., 2007). Quanto mais matéria orgânica, maior a probabilidade de haver nitrogênio, enxofre e micronutrientes no solo. Também haverá maior capacidade de retenção de nutrientes, melhor porosidade e maior capacidade de suportar solos salinos.

A MO configura-se atualmente, como um dos principais indicadores de qualidade do solo, justamente por fazer parte de diversas funções edáficas. Em solos tropicais e subtropicais, como os solos brasileiros, esse componente é ainda mais relevante por se tratar da fração mais reativa, já que o elevado grau de intemperismo reduz a contribuição da fração mineral no complexo de cargas. Estima-se que mais de 70% da reatividade desses solos sejam dados pela MO.

### **3.4 Indicadores físicos de qualidade do solo**

Avaliou-se como indicadores físicos de qualidade de solo a análise granulométrica, classe textural bem como a densidade aparente do solo nas tipologias estudadas.

### 3.4.1 Análise granulométrica

Conforme a ABNT/NBR 6502/95, a parte mineral do solo é composta de areia, silte e argila.

#### a) Areia

Solo não coesivo e não plástico formado por minerais ou partículas de rochas com diâmetros compreendidos entre 0,06 e 2,0 mm. As areias, de acordo com o diâmetro, classificam-se em: areia fina (0,06 a 0,2 mm), areia média (0,2 a 0,6 mm) e areia grossa (0,6 a 2,0 mm). Esse material também pode ser definido como uma partícula oriunda da ação de processos físicos na rocha que tem baixa capacidade de reter água e nutrientes. É a maior dentre as três partículas.

#### b) Silte

Solo que apresenta baixo ou nenhuma plasticidade além de baixa resistência quando seco ao ar. Suas propriedades dominantes são devido à parte constituída pela fração silte. A fração silte possui tamanho intermediário entre a areia e argila, apresentando baixa capacidade de retenção de água, sendo formada por partículas com diâmetros compreendidos entre 0,002 e 0,06 mm. Essa partícula é oriunda da ação de processos físicos na rocha, denominada esmigalhamento.

#### c) Argila

Solo de graduação fina constituída por partículas com dimensões menores que 0,002 mm, que apresentam características marcantes de plasticidade; quando suficientemente úmido, molda-se facilmente em diferentes formas, quando seco, apresenta coesão suficiente para construir torrões dificilmente desagregáveis por pressão dos dedos. A fração argila é uma partícula oriunda da ação de processos químicos e físicos na rocha do intemperismo, caracterizando-se pela sua plasticidade, textura e consistência em seu estado e umidade naturais. Dependendo do tipo de argila, pode ter de altíssima a baixa capacidade de retenção de água.

### 3.4.2 Classe Textural

A classe textural foi determinada conforme a SBCS/CQFS (2004) que atribui classes de textura conforme o percentual de argila encontrado na análise química do solo, sendo que:

- Classe 1: teores de argila > 60%;
- Classe 2: teores de argila de 60 a 41%;
- Classe 3: teores de argila de 40 a 21%;
- Classe 4: teores de argila ≤ 20%.

### 3.4.3 Densidade Aparente do Solo

A densidade aparente do solo é definida como o peso seco de um volume determinado de solo, levando em consideração os poros presentes, sendo por isso, utilizada para avaliar o impacto de modificações no ambiente sobre o solo. Qualquer alteração da estrutura do solo leva a um aumento da densidade, a qual serve como indicativo de degradação (AZEVEDO e DALMOLIN, 2006).

Segundo Reichardt e Timm (2004), a Densidade do Solo ou Densidade Aparente ou Densidade Global ( $d_s$ ) é obtida pela fórmula:

$$d_s = m_s/V \text{ (kg.m}^{-3}\text{)},$$

Onde:  $d_s$ = densidade aparente;  $m_s$ =massa seca da amostra solo;  $V$ = volume total da amostra.

## 4 METODOLOGIA ADOTADA

Para a análise química e física do solo foram consideradas amostras tomadas no sentido de formar o mosaico de tipologias vegetais na área do estudo, caracterizando-se:

- a) Campo nativo (CN);
- b) Zona de transição campo-floresta (ZT);
- c) Floresta: nessa tipologia foram diferenciados os fragmentos florestais do estudo (fragmentos 1, 2, 4 e 5);

Para as análises químicas do solo, foram coletadas amostras simples, na camada 0-20 cm, as quais após destorroamento e homogeneização, formaram uma amostra composta.

No Laboratório de Análise de Solos da UFSM, foram realizadas análises completas, conforme metodologia proposta por Tedesco et al. (1995). Determinou-se

pH em água e em KCl, V%, m%, H+Al, conteúdos de MO, Al, Ca, Mg, K, S, P, Cu, B e Zn.

As análises físicas foram realizadas no Laboratório de Física do Solo da UFSM. A análise granulométrica foi realizada pelo Método da Pipeta (GEE e BAUDER, 1986). A obtenção da densidade aparente do solo se deu por meio de amostras indeformadas pelo anel de Koppek (Embrapa, 1997).

## **5 RESULTADOS**

### **5.1 Indicadores químicos da qualidade do solo**

A partir das análises químicas realizadas, procedeu-se o processamento dos dados utilizando o software Microsoft Office Excel 2007® para se obter os valores médios de parâmetros como o pH em água, acidez potencial (H+Al) e o teor de alumínio livre no solo (Tabela 1).

Em relação ao complexo de acidez do solo, os valores encontrados para acidez potencial e teor de alumínio livre estão relacionados aos altos teores de matéria orgânica (Tabela 4) obtidos para todas as tipologias amostradas. Outro fator que influencia são as taxas de intemperismo menores na região, condicionadas pela altitude e frio. Com isso, há uma menor saída do Al do complexo do solo.

A maior quantidade de matéria orgânica sobre o solo está ligada diretamente às condições básicas dos Campos de Cima da Serra, que se caracterizam pela elevada altitude, clima frio e úmido, material de origem basáltico, além das condições de relevo. Esses fatores atuando em conjunto resultam em lentas taxas de decomposição da matéria orgânica, que acaba por ficar depositada sobre o solo, estabilizada na forma de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas.

**Tabela 1:** Valores médios de pH em água; acidez potencial (H+Al); alumínio (Al) para as tipologias estudadas.

Tipologia	pH Água	H+ Al	Al
		( $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ )	( $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ )
CN	4,5	26,3	5,3
ZT	4,5	28,4	5,7
F5	4,8	19,1	3,1
F1	4,4	26,7	6,4
F4	4,6	24,3	5,5
F2	5,1	13,9	2,7

Onde: CN = Campo Nativo; ZT = Zona de Transição; F5 = Fragmento 5; F1 = Fragmento 1; F4 = Fragmento 4; F2 = Fragmento 2.

Na Tabela 2, encontram-se os teores médios dos macronutrientes obtidos através das análises químicas realizadas.

Os valores de cálcio apresentaram maior amplitude de variação, com apenas dois fragmentos florestais apresentando teores considerados altos deste elemento. Já os valores de magnésio variaram entre teores médios a alto. O potássio apresentou comportamento mais homogêneo, sendo interpretado como muito baixo em todas as tipologias.

Como os solos das tipologias analisadas nunca receberam adubação, os teores apresentados expressam a condição mineralógica do material de origem e o potencial de ciclagem de nutrientes. A taxa de decomposição da matéria orgânica, que nessa região é mais lenta, se reflete em uma ciclagem de nutrientes igualmente mais lenta. Para o K, principalmente, essa percepção pode explicar seus baixos níveis, uma vez que se admite que até 100% do K em material orgânico pode retornar ao solo via ciclagem de nutrientes.

Por outro lado, a Tabela 4 demonstra q a m% desses solos é altíssima. Dessa forma, os macronutrientes Ca, K e Mg estão competindo com o Al por sítios de troca de cátions.

Os valores encontrados para o fósforo, que ficaram nas faixas de interpretação de baixo e muito baixo, caracterizam uma condição comum dos solos brasileiros. O P apresenta uma dinâmica muito específica no solo, realizando

ligações covalentes e binucleadas com cargas positivas, o que torna uma significativa parcela indisponível. O método básico de determinação do P, não representa tal parcela, mas representa a parcela aplicável na prática à absorção das plantas.

**Tabela 2:** Teores médios de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), fósforo (P) no solo extraído pelo método Mehlich, enxofre (S) e interpretação (I), conforme a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004), para as tipologias estudadas.

Tipologia	Ca ( $\text{cmol.c.dm}^{-3}$ )	I	Mg ( $\text{cmol.c.dm}^{-3}$ )	I	K ( $\text{mg/dm}^3$ )	I	P-Mehlich ( $\text{mg.dm}^{-3}$ )	I	S ( $\text{mg.dm}^{-3}$ )	I
CN	0,6	B	0,5	M	0,1	M.B	0,7	M.B	9,5	A
ZT	1,0	B	0,8	M	0,2	M.B	1,0	M.B	10,7	A
F5	5,8	A	1,5	A	0,3	M.B	2,5	M.B	14,8	A
F1	1,3	B	0,6	M	0,2	M.B	3,9	B	9,8	A
F4	2,0	B	1,1	A	0,3	M.B	3,9	B	9,8	A
F2	5,6	A	1,7	A	0,2	M.B	3,2	M.B	10,4	A

Onde: CN = Campo Nativo; ZT = Zona de Transição; F5 = Fragmento 5; F1 = Fragmento 1; F4 = Fragmento 4; F2 = Fragmento 2; M = Médio; M.B = Muito Baixo; B = Baixo; A = Alto.

Na tabela 3, observamos os teores médios dos micronutrientes como cobre, zinco e boro, que apesar de serem exigidos em menor quantidade pela planta, apresentam valores elevados conforme a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004).

Salienta-se o elevado valor de Cu, o qual pode atingir níveis tóxicos às plantas. No entanto, entre as espécies florestais nativas, muitas apresentam mecanismos adaptativos a níveis de toxidez por Cu, sendo investigadas inclusive, como potenciais espécies para fitorremediação de áreas contaminadas com esse elemento. Em recente estudo, Silva et al. (2011) encontrou comportamentos distintos para canafístula, angico-vermelho e timbaúva, concluindo que o angico vermelho e a timbaúva apresentaram maior tolerância à contaminação do que a canafístula.

**Tabela 3:** Teores médios de micronutrientes no solo e interpretação (I) para cobre (Cu), zinco (Zn) e boro (B), conforme a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004) para as tipologias estudadas.

Tipologia	Cu		Zn		B	
	(mg.dm <sup>-3</sup> )	I	(mg.dm <sup>-3</sup> )	I	(mg.dm <sup>-3</sup> )	I
CN	6,4	A	0,9	A	0,4	A
ZT	8,8	A	1,0	A	0,4	A
F5	6,5	A	4,0	A	0,4	A
F1	2,8	A	1,7	A	0,5	A
F4	2,8	A	2,3	A	0,5	A
F2	2,9	A	3,7	A	0,4	A

Onde: CN = Campo Nativo; ZT = Zona de Transição; F5 = Fragmento 5; F1 = Fragmento 1; F4 = Fragmento 4; F2 = Fragmento 2; A = Alto.

A Tabela 4 informa os teores médios de matéria orgânica, saturação por alumínio e por bases, assim como a capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva e a pH 7,0. O teor de matéria orgânica (MO) é influenciado diretamente pelo acúmulo de serrapilheira sobre o solo. O frio e a altitude fazem com que as atividades de decomposição sejam mais lentas e com que os ácidos orgânicos se estabilizem em complexos estáveis. Dessa forma, os conteúdos encontrados e a grande semelhança entre as tipologias para MO, representam uma condição normal para as condições de altitude e para coberturas vegetais originais.

A saturação por alumínio (m%) expressa à quantidade da CTC ocupada por alumínio trocável, pois fornece um indicativo da provável toxidez deste elemento às espécies vegetais (MEURER, 2000).

A saturação por bases (V%) representa a proporção de CTC a pH 7 que é ocupada por bases. Quanto maior o valor de V, mais fértil é o solo. Observando a Tabela 4, verifica-se que os valores de V%, para todas as tipologias estudadas são inferiores a 50%, indicando solos distróficos, que apresentam fertilidade média ou baixa.

Conforme Meurer (2000), a CTC varia com o pH da solução do solo, devido às cargas dependentes de pH. A CTC efetiva é a obtida no pH original do solo, já a potencial é obtida quando se eleva o pH original do solo até 7,0.

**Tabela 4:** Teores médios de matéria orgânica (MO); saturação por alumínio (m%) e por bases (V%); capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva; capacidade de troca de cátions (CTC) potencial a pH 7,0 e interpretação (I), conforme a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004) para as tipologias estudadas.

Tipologia	MO (%)	I	m%	I	V%	I	CTC <sub>efetiva</sub> (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	CTC <sub>potencial</sub> pH 7 (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )
CN	6,4	A	80,2	A	4,9	M.B	6,6	27,6
ZT	6,4	A	73,9	A	6,9	M.B	7,6	30,4
F5	5,9	A	34,2	A	34,0	M.B	10,7	26,6
F1	6,0	A	75,1	A	8,2	M.B	8,5	28,8
F4	6,3	A	60,9	A	13,5	M.B	8,8	27,7
F2	6,8	A	34,9	A	38,1	M.B	10,3	21,6

Onde: CN = Campo Nativo; ZT = Zona de Transição; F5 = Fragmento 5; F1 = Fragmento 1; F4 = Fragmento 4; F2 = Fragmento 2; A = Alto; M.B = Muito Baixo.

Por se tratar de um solo jovem, o alumínio não se lixivia, aumentando as concentrações de cobre, entretanto, nas concentrações encontradas, os mesmos já são fitotóxicos, porém a vegetação nativa encontra-se adaptada a essa situação.

## 5.2 Indicadores físicos da qualidade do solo

Os altos percentuais de argila observados na Tabela 5 fornecem reatividade a esses solos, contribuindo para suas funções de retenção de elementos tóxicos e também para a retenção e disponibilização de nutrientes.

A condição observada de alto teor de matéria orgânica e alta porcentagem de argila condicionam a alta capacidade de formação de complexos, auxiliando nos processos de agregação e consequentemente no aumento da porosidade, infiltração, aeração do solo, entre outros.

Somado a isso, todas as tipologias estudadas se incluíram nas classes textural 2 e 3, respectivamente, estas representam teores de argila entre 60 e 41%; e de 40 a 21%. Solos com maior porcentagem de argila implicam na formação de complexos com ácidos orgânicos, que por sua vez, fazem com que a MO se estabilize, resultando em elevado teor desta no solo.

**Tabela 5:** Análise granulométrica, classe textural e valores médios de densidade aparente do solo ( $d_s$ ) das tipologias estudadas.

Tipologia	Granulometria (%)				Classe Textural	$d_s$ ( $\text{g.dm}^{-3}$ )
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila		
CN	6,5	4,8	38,9	49,7	2	0,91
ZT	7,7	5,3	36,6	50,4	2	0,85
F5	11,6	8,7	36,4	43,2	2	0,70
F1	9,4	6,7	38,5	45,3	2	0,75
F4	7,2	9,9	40,0	42,9	2	0,74
F2	14,5	12,2	41,1	32,2	3	0,67

Onde: CN = Campo Nativo; ZT = Zona de Transição; F5 = Fragmento 5; F1 = Fragmento 1; F4 = Fragmento 4; F2 = Fragmento 2.

Com relação à densidade aparente do solo ( $d_s$ ), por possuir no seu denominador o volume total da amostra ( $V$ ), esta varia de acordo com  $V$ . Ao se compactar uma amostra, a massa seca da amostra de solo ( $m_s$ ) permanece constante e  $V$  diminui, por conseguinte  $d_s$  aumenta. A densidade do solo é, portanto, um índice do grau de compactação de um solo.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As características químicas e físicas encontradas nas tipologias estudadas denotam altos teores de matéria orgânica, porém baixa fertilidade natural, o que está evidente nos baixos conteúdos de P e de alguns cátions nutrientes, na elevada m% e no conteúdo de Cu, que pode atingir níveis de toxidez à vegetação.

Por outro lado, como a cobertura vegetal permanece sendo a original, as espécies vegetais existentes estão adaptadas à condição química.

Na análise da equipe, as atividades previstas para o bimestre foram cumpridas satisfatoriamente. Durante esse período, pode-se dar sequência à etapa de levantamento de solos mediante a interpretação dos parâmetros observados nas análises químicas e físicas, para todas as tipologias estudadas.

Com base nas interpretações, cabe destacar que a manutenção da cobertura vegetal nativa tem servido para manter as funções desse solo, principalmente nos locais de maior declividade.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT/NBR 6502/95 – Rochas e Solos – Terminologias. ABNT, 1995.

AZEVEDO, A. C; DALMOLIN, R. S. D. **Solos e ambiente: uma introdução**. Santa Maria: Ed. Pallotti, 2006, 100p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Revista atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

GEE, G. W.; BAUDER J. W. 1986. Methods of soil Analysis. Second edition. Madison. WI: American Society of Agronomy-Soil Science Society of America.

MEURER, E. J. **Fundamentos de Química do Solo**. Porto Alegre: Gênese, 2000. 174 p.

MUGGLER, C. C. **Conteúdos Básicos de Geologia e Pedologia**. Viçosa - Minas Gerais, 2005. 95 p.

REZENDE, M. et al. **Pedologia: Base para distinção de ambientes**. 5ª ed. Lavras – MG: UFLA, 2007. 322 p.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, Planta e Atmosfera. Conceitos, Processos e Aplicações**. Barueri, SP: Manole, 2004. 478 p.

SILVA, R.F. et al. Comportamento de *Peltophorum dubium* (Spreng.) taub., *Paraptadenia rígida* (Benth.) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong cultivadas em solo contaminado com cobre. *Ciência Florestal*, v.21, n. 1, 2011. p. 103-110.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10ª ed. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400 p.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2ª ed. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 p.

TEDESCO, M. J. et al.. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, 1995. 174p. (Boletim técnico, 5).