

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

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

RELATÓRIO QUADRIMESTRAL 02/2012

SANTA MARIA, FEVEREIRO DE 2012

1 EQUIPE DE TRABALHO

Coordenação

Prof.^a Dr^a Maristela Machado Araujo (UFSM)

Participantes colaboradores do Projeto

Dr. Solon Jonas Longhi (UFSM)

M. Sc. Luciane Belmonte Chami (UFSM)

Dr^a 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

No decorrer desse quadrimestre, foi realizado o processamento, análise e interpretação dos resultados da vegetação conjuntamente com as variáveis ambientais. Para tal, foi utilizada análise multivariada dos dados por meio da Análise de Correspondência Canônica, cujo resultado expressa a variabilidade dos dados ambientais juntamente com as espécies.

A análise de correspondência canônica desenvolve uma combinação linear de cada conjunto de variáveis visando maximizar a correlação existente entre as mesmas (HAIR et al., 1998). Assim, Kent e Coker (1992) descreveram que essa análise é a mais indicada quando o objetivo é obter uma relação estreita das variáveis ambientais com abundância de espécies. Com base nesses resultados, pode-se avaliar quais as variáveis de solo apresentam maior influência sobre os grupos, identificando-se também a tendência da necessidade nutricional das espécies.

Além disso, realizou-se a etapa de reambulação a campo, para a confirmação de alguns dados, referentes à declividade, visando subsidiar as informações contidas nesse relatório.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A correlação entre os dados de vegetação e dados ambientais foi realizada por meio da Análise de Correspondência Canônica (Canonical Correspondence Analysis), com uso do programa PC-ORD™ for Windows versão 5.10. Essa análise partiu da formação de duas matrizes, a primeira referente à densidade de indivíduos de cada espécie por parcela e a segunda, com as características químicas e físicas do solo, bem como características do relevo além de conter o grupo como variável categórica. Para efeito dessa análise, as parcelas pertencentes ao Grupo 3 (19 e 33) foram removidas por serem consideradas *outliers*.

Na matriz das variáveis ambientais, as características químicas foram representadas pelo teor de carbono orgânico; pH em água; alumínio extraível (Al^{3+}); acidez total ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$), além da concentração de macronutrientes (Fósforo, Potássio, Cálcio, Enxofre e Magnésio) e micronutrientes (Zinco, Cobre e Boro), soma de bases, capacidade de troca de cátions (CTC), percentagem de saturação por bases (V%), percentagem de saturação por alumínio (m%) e atividade da argila.

As características físicas analisadas foram textura do solo, representada pela proporção de areia grossa, areia fina, silte e argila encontrada no solo, compreendendo também a densidade aparente do solo. Com relação à topografia, foi considerada a variável declividade média em cada parcela.

Assim, os dados de entrada consistiram em uma matriz principal de densidade das espécies composta por 34 parcelas (linhas) e 22 espécies (colunas) e uma matriz secundária com 34 parcelas (linhas) e 24 variáveis ambientais (colunas). Nessa análise, foram desprezadas as espécies presentes com densidade inferior a 5 indivíduos. Além disso, as variáveis ambientais analisadas em modelos unimodais como a CCA, foram homogeneizadas pela transformação logarítmica ($\ln(a+1)$), especialmente recomendada para dados de nutrientes do solo (PALMER, 1993).

Com base na análise preliminar dos resultados, foram removidas variáveis fracamente correlacionadas, considerando valor de correlação inferior a 0,4. Após a remoção dessas variáveis, os dados foram novamente processados com cinco variáveis ambientais, com significância das correlações

entre as matrizes analisadas pelo teste de permutação de Monte Carlo, utilizando 5000 interações, para aumentar a precisão no cálculo da probabilidade (McCUNE e GRACE, 2002).

Após, foram selecionadas, seis espécies entre as melhor hierarquizadas do GR1 e GR2 considerando também aspectos relacionados com o grupo ecológico a qual pertencem para verificar a distribuição e ocorrência das mesmas nos grupos.

4 RESULTADOS

Por meio da Análise de Correspondência Canônica, pode-se verificar a influência dos fatores ambientais sobre a formação dos grupos. A análise da distribuição das parcelas e espécies, com relação aos fatores ambientais, para a vegetação arbórea ($CAP \geq 30$ cm) indicou autovalores de 0,209 e 0,067, para o 1° e 2° eixos, respectivamente. Conforme Carvalho et al. (2005), esses valores indicam gradiente curto, com a maior parte das espécies distribuídas ao longo de toda a área, variando apenas em sua abundância.

A porcentagem acumulada de variância explicada foi de 16,3%, sendo 12,3% explicado pelo eixo 1 e 4,0% no eixo 2. Com base nesses valores, pode-se considerar que as variáveis ambientais utilizadas explicam, parcialmente, as variações existentes na distribuição das espécies. Desse modo, a variação restante, não explicada pelas variáveis ambientais levantadas nesse estudo pode estar associada a variáveis ambientais não-registradas. Contudo, a significância da correlação entre a abundância das espécies e as variáveis ambientais estudadas não foi prejudicada, considerando que o teste de permutação de Monte Carlo foi significativo, a 0,02 de probabilidade de erro.

As variáveis mais correlacionadas com o primeiro eixo de ordenação foram o enxofre (S), cobre (Cu) enquanto o alumínio (Al), cálcio (Ca) e a saturação por alumínio (m%) apresentaram maior correlação com o segundo eixo (Tabela 1).

Tabela 1- Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais e os dois primeiros eixos de ordenação, para os grupos analisados, no entorno da Barragem do Divisa, São Francisco de Paula, RS.

Variáveis	Correlação	
	Eixo 1	Eixo 2
Alumínio (Al^{+3})	0,429	0,484
Cálcio (Ca)	-0,530	-0,578
Enxofre (S)	-0,635	0,063
Cobre (Cu)	-0,672	0,390
Saturação por Alumínio (m)	0,370	0,500

Os resultados da Análise de Correspondência Canônica encontram-se apresentados na forma de diagramas de ordenação (“biplot”). A Figura 1 apresenta a distribuição das variáveis ambientais (Al, Ca, S, Cu, m) em relação aos grupos fitossociológicos. Nesse diagrama, verifica-se que as variáveis cobre e enxofre estão altamente correlacionadas com o Grupo 2 (GR2), enquanto as demais variáveis encontram-se melhor relacionadas com o Grupo 1 (GR1).

No GR2, destaca-se a influência de elementos considerados essenciais. De acordo com Benincasa e Leite (2004), na ausência de um elemento essencial, a planta demonstra sintomas de deficiência e morre sem completar seu ciclo vital. Taiz e Zeiger (2004) classificaram o enxofre (S) e o cobre (Cu) como macro e micronutrientes, respectivamente.

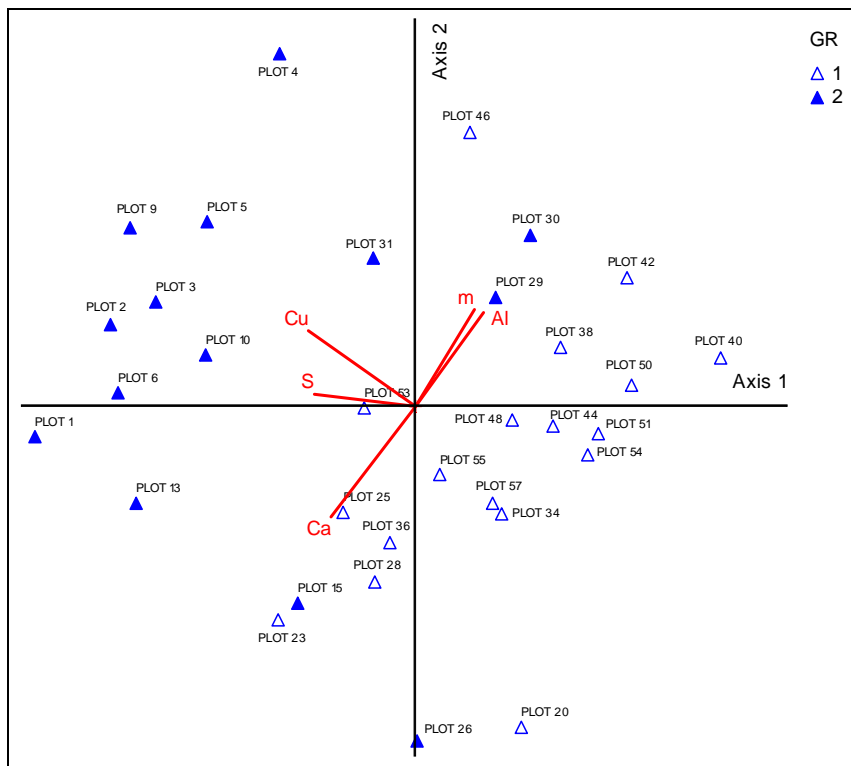


Figura 1- Diagrama de ordenação dos grupos analisados com as variáveis ambientais para os dois primeiros eixos produzidos pela Análise de Correspondência Canônica, no entorno da Barragem do Divisa, São Francisco de Paula, RS. Sendo GR: Grupo; Plot: Parcelas; Cu: Cobre; S: Enxofre; Al: Alumínio; m: Saturação por alumínio; Ca: Cálcio.

Os minerais, a deposição atmosférica seca (poeira) ou úmida (chuvas), o uso de pesticidas e fertilizantes e os resíduos vegetais e animais são as principais fontes de enxofre para o solo (ALVAREZ et al., 2007). Diante do

exposto, a presença desse elemento influenciando fortemente o GR2, que representa um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, sob influência do uso intensivo dos campos na pecuária pode ser justificada devido à presença de bovinos, que com a eliminação diária de resíduos contribuem para a situação evidenciada.

Com relação aos micronutrientes, a quantidade total desses elementos no solo varia com o material de origem e o grau de intemperização. Segundo Fortes (1956), os solos da região de estudo apresentam material de origem basáltico, apresentando maior concentração de micronutrientes do que os derivados de arenitos.

A presença de enxofre e cobre, influenciando o GR 2, fica evidenciada ao analisar as concentrações desses elementos (mg. dm^{-3}) obtidas por Tonetto (2011) nos mesmos fragmentos estudados. Nesse caso, o Fragmento 5, representado pelo Grupo 2, apresenta as maiores concentrações desses elementos, o que se deve possivelmente a ação constante do gado por meio dos resíduos produzidos e ao material de origem basáltica.

Para o GR1, que representa a situação de mata ciliar, as variáveis melhor relacionadas são alumínio (Al^{+3}), saturação por alumínio (m%) e cálcio (Ca) (Figura 1). Com relação à fertilidade dos solos, a presença de Al em concentrações elevadas, além de ser tóxico às plantas, pode interferir na disponibilidade de outros elementos (SOUSA; MIRANDA; OLIVEIRA., 2007).

A ordenação das espécies pela CCA (Figura 2) demonstra que com exceção *Cinnamomum amoenum*, as demais espécies (*Drimys brasiliensis*, *Eugenia uruguayensis*, *Myrcia palustris*, *Myrciaria delicatula*, *Myrsine coriacea*, *Symplocos uniflora*) classificadas como indicadoras e preferenciais do GR1, apresentam correlação com o aumento do alumínio livre no solo e com a saturação por alumínio. Isso pode ser evidenciado pelo elevado número de indivíduos da maioria das espécies destacadas para a Classe I ($\text{CAP} \geq 30 \text{ cm}$) sugerindo certo grau de adaptação das espécies ao ambiente, bem como a detecção de espécies chaves de determinadas condições ambientais. Por outro lado, *Araucaria angustifolia*, *Blepharocalyx salicifolius* e *Calypttranthes concinna* apresentaram maior correlação com a variável Ca.

Myrceugenia cucullata e *Podocarpus lambertii*, que se encontram entre as espécies melhor hierarquizadas do GR2 apresentam forte correlação com

enxofre e cobre. Com base nos resultados obtidos por Tonetto (2011) para os mesmos fragmentos estudados, esse grupo apresenta os maiores teores desses dois elementos, quando comparado aos demais, justificando a influência dessas variáveis para as duas espécies mencionadas acima. Contudo, *Casearia decandra*, *Handroanthus albus*, *Lithraea brasiliensis*, *Myrcianthes gigantea*, *Ocotea pulchella*, *Sebastiania commersoniana* e *Zanthoxylum rhoifolium* não foram influenciadas pelas variáveis ambientais estudadas, sugerindo adaptação das espécies às condições encontradas.

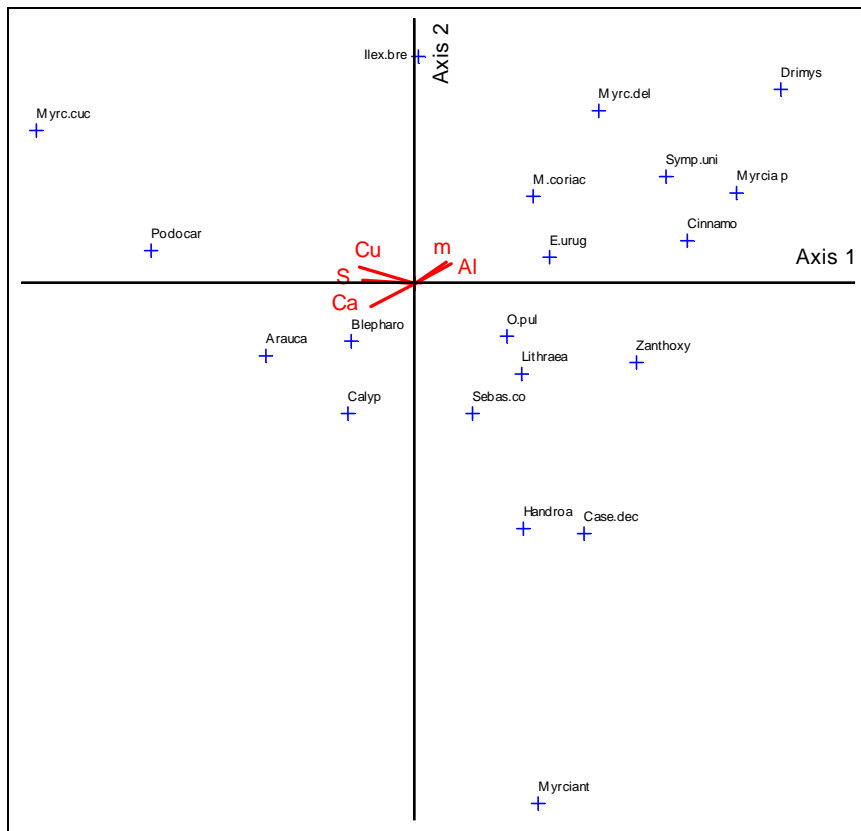


Figura 2- Diagrama de ordenação das espécies com as variáveis ambientais para os dois primeiros eixos produzidos pela Análise de Correspondência Canônica, no entorno da Barragem do Divisa, São Francisco de Paula, RS. Sendo Cu: Cobre; S: Enxofre; Al: Alumínio; m: Saturação por alumínio; Ca: Cálcio; Arauca: *Araucaria angustifolia*; Blepharo: *Blepharocalyx salicifolius*; Calyp: *Calyptanthes concinna*; Case.dec: *Casearia decandra*; Cinnamo: *Cinnamomum amoenum*; Drimys: *Drimys brasiliensis*; E.urug: *Eugenia uruguayensis*; Handroa: *Handroanthus albus*; Ilex.bre: *Ilex brevicuspis*; Lithraea: *Lithraea brasiliensis*; Myrc.cuc: *Myrceugenia cucullata*; Myrcia p: *Myrcia palustris*; Myrciant: *Myrcianthes gigantea*; Myrc.del: *Myrciaria delicatula*; M.coriac: *Myrsine coriacea*; O.pul: *Ocotea pulchella*; Podocar: *Podocarpus lambertii*; Sebas.com: *Sebastiania commersoniana*; Symp.uni: *Symplocos uniflora* e Zanthoxy: *Zanthoxylum rhoifolium*.

Entre as espécies melhor hierarquizadas quanto ao valor de importância para os GR1 e GR2, destaca-se *Araucaria angustifolia* e *Podocarpus lambertii*. A Figura 3 (A e B) demonstra a distribuição de ambas as espécies, considerando a densidade de indivíduos, nos grupos formados. Ao analisar essa figura, pode-se perceber que *Araucaria angustifolia* (Figura 3A) e *Podocarpus lambertii* (Figura 3B) encontram-se bem representadas nos dois grupos analisados. Esse fato é confirmado ao observar os valores dos parâmetros fitossociológicos, como densidade e frequência absoluta, dessas espécies, apresentados no relatório anterior.

A presença de *Araucaria angustifolia* em elevada densidade e frequência em todos os grupos analisados é justificada, pois a região representa a Floresta Ombrófila Mista, denominada também de Floresta com Araucária. Essa vegetação original apresenta como característica marcante a presença dominante dessa espécie no estrato superior, acompanhada de diversas espécies pertencentes às famílias Lauraceae, Aquifoliaceae, Sapindaceae, entre outras (REITZ; KLEIN; REIS., 1983).

A Floresta Ombrófila Mista possui estratificação bem definida e composta por quatro níveis, sendo o estrato superior formado exclusivamente por araucárias; o segundo estrato formado predominantemente por *Podocarpus lambertii* e diversas espécies latifoliadas, a vegetação arbustiva e o estrato herbáceo, quase ausente, em virtude da grande quantidade de ramos caídos, juntamente com a baixa luminosidade provocada pelos estratos superiores (BACKES, 1983). Desse modo, a representatividade de *Araucaria angustifolia* e *Podocarpus lambertii* nos grupos formados é atribuída à formação vegetal a que pertencem.

Na Figura 4, Figura 5 e Figura 6 evidencia-se a distribuição de *Eugenia uruguayensis*, *Myrsine coriacea* e *Sebastiania commersoniana*, respectivamente. Para essas espécies observa-se uma maior densidade de indivíduos nas parcelas representadas pelo GR1, representado pela Floresta Ombrófila Mista com grande número de espécies características de mata ciliar.

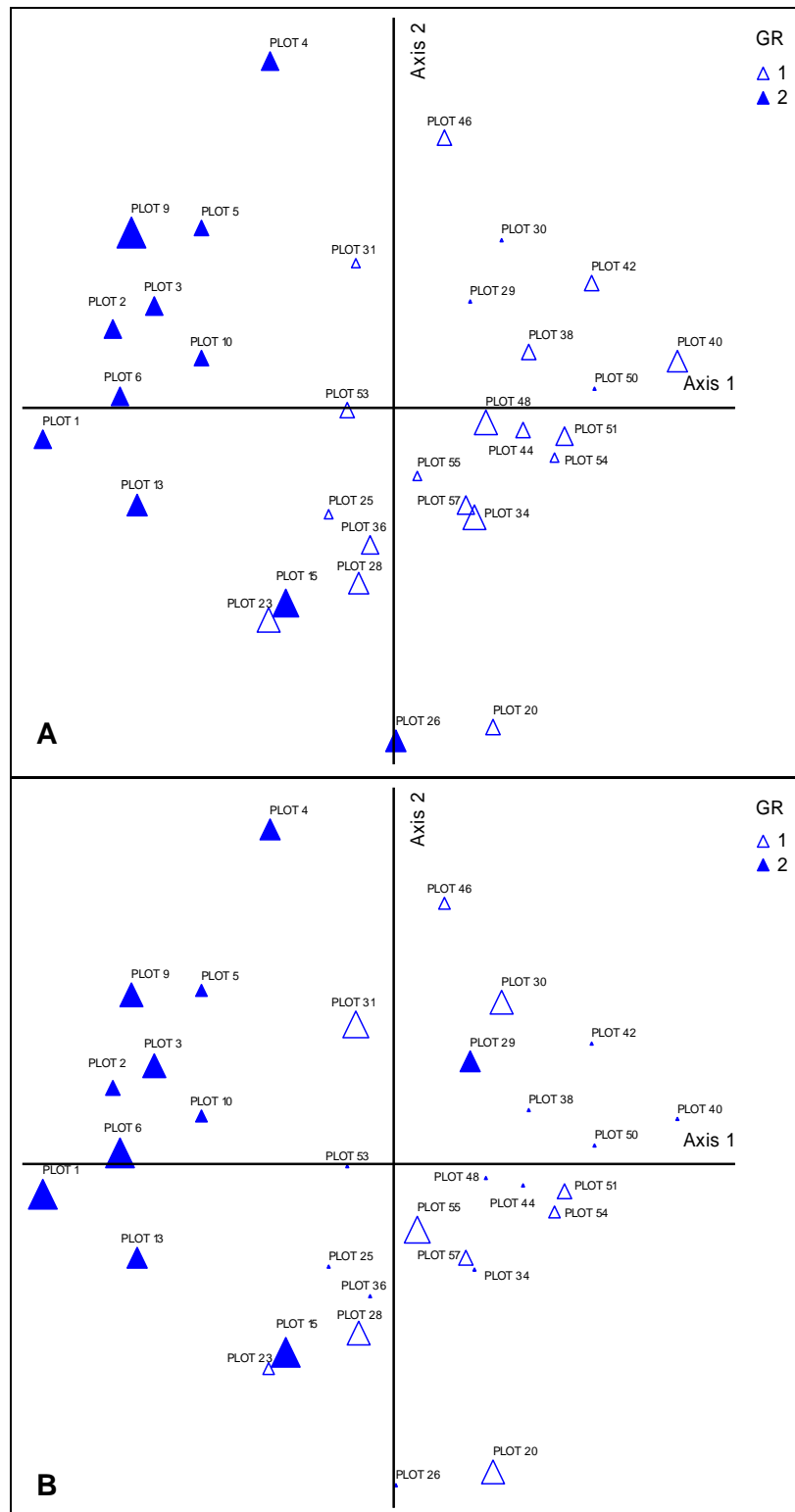


Figura 3- Diagrama de ordenação de *Araucaria angustifolia* (A) e *Podocarpus lambertii* (B) para os dois primeiros eixos produzidos pela Análise de Correspondência Canônica, no entorno da Barragem do Divisa, São Francisco de Paula, RS. Sendo Sendo GR: Grupo; Plot: Parcelas.

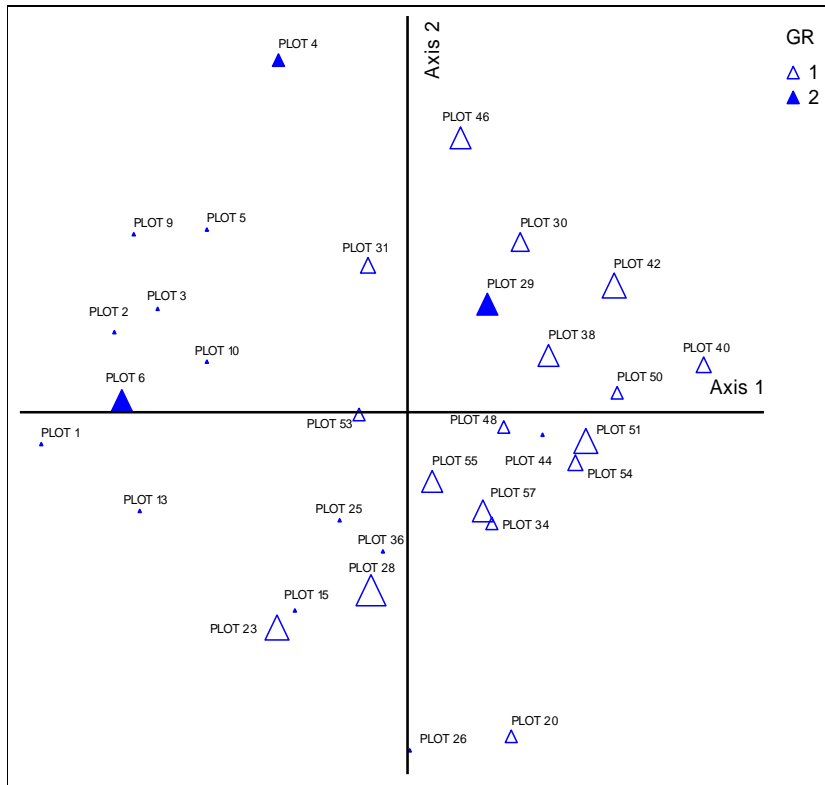


Figura 4- Diagrama de ordenação de *Eugenia uruguayensis* para os dois primeiros eixos produzidos pela Análise de Correspondência Canônica, no entorno da Barragem do Divisa, São Francisco de Paula, RS. Sendo Sendo GR: Grupo; Plot: Parcelas.

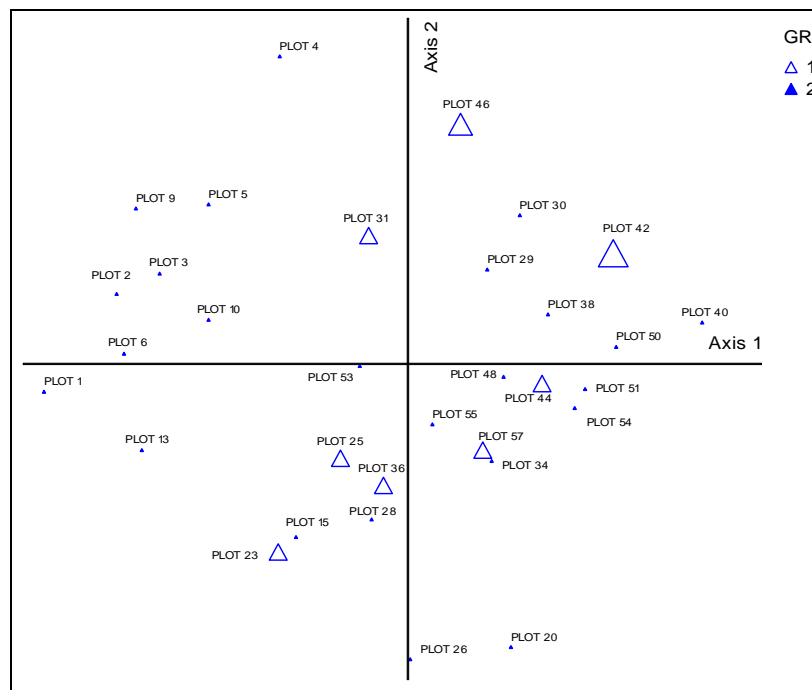


Figura 5- Diagrama de ordenação de *Myrsine coriacea* para os dois primeiros eixos produzidos pela Análise de Correspondência Canônica, no entorno da Barragem do Divisa, São Francisco de Paula, RS. Sendo Sendo GR: Grupo; Plot: Parcelas.

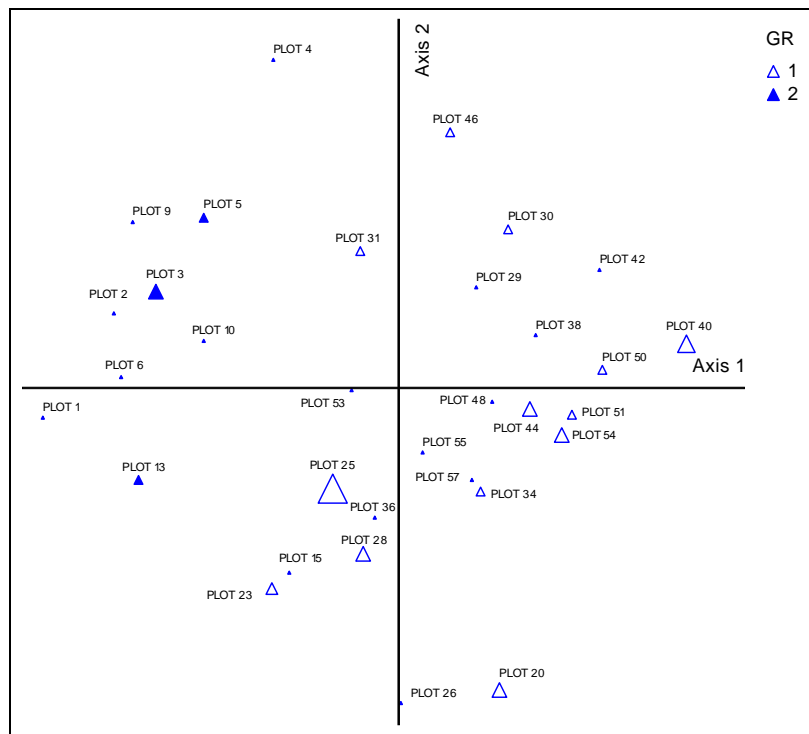


Figura 6- Diagrama de ordenação de *Sebastiania commersoniana* para os dois primeiros eixos produzidos pela Análise de Correspondência Canônica, no entorno da Barragem do Divisa, São Francisco de Paula, RS. Sendo Sendo GR: Grupo; Plot: Parcelas.

Eugenia uruguayensis, *Myrsine coriacea* e *Sebastiania commersoniana* encontram-se bem distribuídas no GR1, em relação a todos os parâmetros fitossociológicos observados. Essas espécies apresentam plasticidade em relação às condições de luminosidade, com comportamento de espécie heliófila, sendo considerada pioneira à secundária tardia (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008). Além disso, Carvalho (2003) destaca que *Myrsine coriacea* apesar de ocorrer em solos secos, muito rasos e de baixa fertilidade química, ocorre também, em várzeas e até em banhados, ambientes esses com maior saturação hídrica, semelhante à condição de mata ciliar encontrada nesse grupo.

A espécie *Myrceugenia cucullata* (Figura 7) apresentou distribuição, principalmente, no GR2, representado por um remanescente de Floresta Ombrófila Mista sob influência do uso intensivo dos campos na pecuária. Essa espécie, pertencente ao grupo ecológico das secundárias iniciais a secundárias tardias (RIO GRANDE DO SUL, 2007) encontra-se melhor distribuída nesse grupo, pois para se desenvolver os indivíduos necessitam de ambientes com certo grau de sombreamento.

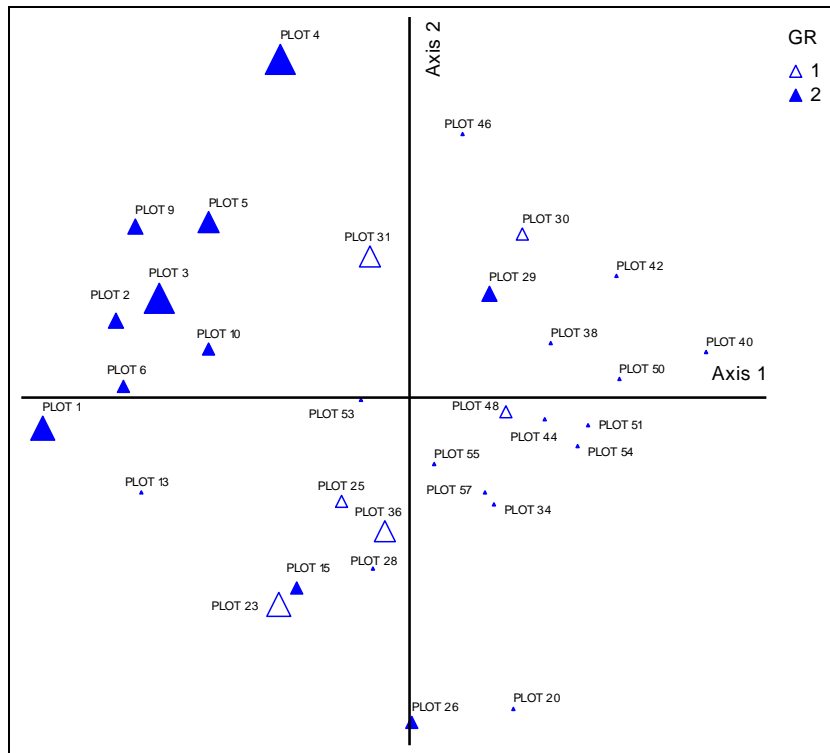


Figura 7- Diagrama de ordenação de *Myrceugenia cucullata* para os dois primeiros eixos produzidos pela Análise de Correspondência Canônica, no entorno da Barragem do Divisa, São Francisco de Paula, RS. Sendo GR: Grupo; Plot: Parcelas.

Cabe destacar, com base na declividade média, que a composição e estrutura do GR1 (mata ciliar) podem ser caracterizadas, geograficamente, por ocorrer no F2, a jusante do barramento, com menor declividade (12%), no F1 (27%) a montante do barramento e em encraves, representados pela porção inicial de um vale, remanescente de matas ciliares existentes na área, antes da inundação da barragem. Essa situação é encontrada ocorrendo entre a vegetação herbácea, tipicamente dos Campos de Cima da Serra, apresentando declividade média de 11%.

De forma geral, mesmo que disjuntos, esses fragmentos no entorno da Barragem do Divisa (GR1), apresentam vegetação bastante similar, onde observa-se no entorno do barramento a presença, apenas, de remanescentes de florestas nativas, entremeadas pelos Campos de Cima da Serra e Capões (GR2). Isso confirma a descrição de Pillar et al. (2009), que caracterizam a vegetação da região em mosaicos com brusca transição campo-floresta e conforme Behling et al. (2004), pela rede de matas ciliares existentes ao longo dos córregos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS BIMESTRE

Na análise da equipe, as atividades previstas para o quadrimestre foram cumpridas satisfatoriamente. Durante esse período, efetuou-se a análise conjunta dos dados de vegetação e variáveis ambientais para determinar quais as variáveis apresentam maior influência nos grupos formados.

Entretanto, ressalta-se a necessidade de retorno a campo para confirmar informações referentes às variáveis de solo, ainda pendentes. Para tal, será necessário o deslocamento a campo da equipe em março de 2012.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, V. H.; ROSCOE, R.; KURIHARA, C. H.; PEREIRA, N. F. Enxofre. In: NOVAIS, R. F. et al., **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, 1017p.

BACKES, A. Dinâmica do pinheiro brasileiro. **Iheringia**, Porto Alegre, n.30, p.49-84, 1983 (Série Botânica).

BEHLING, H., PILLAR, V. D., ORLÓCI, L., BAUERMANN, S. G. Late Quaternary Araucaria forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** 203: 277-297, 2004.

BENINCASA, M. M. P.; LEITE, I. C. **Fisiologia vegetal**. Jaboticabal: Funep, 2004, 169p.

CARVALHO, D. A. et al. Distribuição de espécies arbóreas-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.28, n.2, p.329-345, 2005.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas; Colombo: Embrapa Florestas, v. 1, 2003. 1039p.

FORTES, A. B. **Aspectos fisiográficos, demográficos e econômicos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Livraria do Globo, 1956.

HAIR, J. F. et al., **Multivariate Data Analysis**. Rio de Janeiro: Editora Prentice-Hall do Brasil, 1998, 730p.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description analyses**. London: Behaven Press, 1992. 363p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008, v. 1, 368 p.

PALMER, M. W. Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondence analysis. **Ecology** **74**: 2215-2230, 1993.

PILLAR, V.P., MÜLLER, S. C., CASTILHOS, Z. M. S., JACQUES, A. V. A. **Campos Sulinos** - conservação e uso sustentável da biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 409p, 2009.

REITZ R.; KLEIN R. M.; REIS A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Sellowia, Itajaí, n. 34-35, p. 1- 525,1983.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F. et al., **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, 1017p.

RIO GRANDE DO SUL. **Diretrizes ambientais para restauração de matas ciliares**. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Departamento de Florestas e Áreas Protegidas. Porto Alegre: SEMA. 2007. 33p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 722p.

TONETTO, T. S. **Variabilidade de solos em área de tensão ecológica entre campo e Floresta Ombrófila Mista na Barragem do Divisa – São Francisco de Paula/RS**. (Relatório de Estágio) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011, 65p.