

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA FLORESTAL**

**EFEITOS DO PASTOREIO SOBRE A VEGETAÇÃO  
NATURAL EM FRAGMENTO DE SAVANA ESTÉPICA  
PARQUE, RS, BRASIL**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Cristina Gouvêa Redin**

**Santa Maria, RS, Brasil.**

**2013**

**EFEITOS DO PASTOREIO SOBRE A VEGETAÇÃO  
NATURAL EM FRAGMENTO DE SAVANA ESTÉPICA  
PARQUE, RS, BRASIL**

**Cristina Gouvêa Redin**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Florestal.**

**Orientador: Prof. Dr. Solon Jonas Longhi**

**Santa Maria, RS, Brasil.**

**2013**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Redin, Cristina Gouvêa

Efeitos do pastoreio sobre a vegetação natural em fragmento de savana estépica parque, RS, Brasil / Cristina Gouvêa Redin. -2013.

95 p. ; 30cm

Orientador: Solon Jonas Longhi

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2013

1. Parque do Espinilho 2. Pastoreio 3. Variáveis ambientais 4. Fitossociologia 5. Física do solo. I. Longhi, Solon Jonas II. Título.

---

© 2013

Todos os direitos autorais reservados a Cristina Gouvêa Redin. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Rua Venâncio Aires, 576/304, 97010-000

Endereço Eletrônico: cristina\_redin@yahoo.com.br

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**

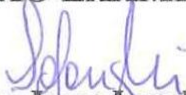
A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a  
Dissertação de Mestrado

**EFEITOS DO PASTOREIO SOBRE A VEGETAÇÃO NATURAL EM  
FRAGMENTO DE SAVANA ESTÉPICA PARQUE, RS, BRASIL**

elaborada por  
**Cristina Gouvêa Redin**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia Florestal**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

  
**Solon Jonas Longhi, Dr.**  
(Presidente / Orientador)

**Luciano Farinha Watzlawick, Dr. (UNICENTRO)**

  
**Cibele Rosa Gracioli, Dr.<sup>a</sup>. (UNIPAMPA)**

Santa Maria, 28 de fevereiro de 2013.

Dedico

À minha querida avó Zilda Goltz Gouvêa  
(*in memoriam*), por todo amor, cuidado e  
amizade.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar aos meus pais, por serem meus exemplos de vida, honestidade, coragem e determinação. Graças a vocês tive a oportunidade de concluir esse trabalho e seguir com meus estudos, graças a vocês sou o que sou.

Ao meu namorado Tássio Choaire Riccardi e à minha irmã Débora Gouvêa Redin, que conviveram comigo durante esses 2 anos, agradeço pelo carinho, paciência, companheirismo e ajuda nos trabalhos.

Ao meu amigo Kelen Pureza Soares por toda a ajuda, sugestões, motivação e por sempre acreditar que eu conseguiria.

Aos colegas e amigos, Francisco de Souza Weber, Camila Andrezejewski, Ricardo de Vargas Kilca, Jessé Caletti Mezzomo, Lucas Kervald, Jorge Diefenthaeler, Carina Vogel, Thomas Schroder, Luciane Belmonte Chami, Régis Vilanova Longhi, Rafael Marian Callegaro, Miriam Fernanda Rodrigues, Maísa Zardin, Rodrigo Ludwig, Lucas Donato Toso, Lilian Alessandra Rodrigues, Bernardo Rodrigues da Silva, Adauto Eggres Jr., vocês foram parte fundamental nesse trabalho.

Ao meu querido orientador Professor Solon Jonas Longhi, pela paciência, dedicação, amizade e pela grande contribuição em minha formação.

Aos meus co-orientadores, Professor José Miguel Reichert e Professor Frederico Dimas Fleig, pela ajuda e sugestões preciosas durante os trabalhos.

Aos membros da banca pela leitura, sugestões e críticas construtivas.

Às equipes do Laboratório de Física do Solo e Laboratório de Dendrologia e Fitossociologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria.

À Tita pela paciência, por toda ajuda e conselhos dados.

Aos meus amigos pelo apoio e carinho.

À Tatiane Uchoa, chefe do Parque Estadual do Espinilho, pela atenção e auxílio durante as coletas.

Ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal pelo auxílio financeiro para as saídas de campo.

A todos que contribuíram de alguma forma para concretização desse trabalho.

**Muito obrigada!**

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal  
Universidade Federal de Santa Maria

### **EFEITOS DO PASTOREIO SOBRE A VEGETAÇÃO NATURAL EM FRAGMENTO DE SAVANA ESTÉPICA PARQUE, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

AUTORA: CRISTINA GOUVÊA REDIN

ORIENTADOR: SOLON JONAS LONGHI

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 27 de fevereiro de 2013.

Apesar de ocupar lugar de destaque na flora sulina, a região pertencente ao Parque Estadual do Espinilho, inserido dentro dos domínios fitogeográficos da Savana Estépica Parque, ainda é pouco investigada pela ciência. Características da vegetação, tais como denso estrato herbáceo e a presença de árvores isoladas, configuram-na como propícia à atividade pecuarista. Valendo-se desse fato, o presente estudo objetivou analisar alterações florísticas e edáficas, impostas pelo pastoreio. Para tanto, foram selecionadas duas áreas de estudo, uma sob pastoreio e outra excluída dessa atividade a cinco anos, ambas contendo uma unidade amostral de 2 ha, subdividida em 200 subunidades amostrais de 100 m<sup>2</sup>. Foi realizado inventário do estrato arbóreo e regenerante em 100 dessas subunidades amostrais e coleta de dados das demais variáveis em 50 subunidades. A dissertação foi dividida em dois capítulos com objetivos específicos de analisar a similaridade, alterações estruturais e florísticas na vegetação arbórea e regenerante (Capítulo I), avaliar alterações em propriedades físicas do solo e biomassa aérea total do estrato herbáceo entre as áreas, bem como investigar possíveis correlações entre essas variáveis e a abundância das principais espécies presentes na regeneração (*Prosopis affinis* Spreng. e *Vachellia caven* (Molina) Seigler & Ebinger) (Capítulo II). Por meio de estudos referentes a atributos fitossociológicos e estruturais, pode-se perceber notáveis diferenças entre as áreas, principalmente quanto à estrutura diamétrica da vegetação e composição florística da regeneração natural, sendo *Vachellia caven* a espécie melhor adaptada ao pastejo, ao contrário de *Prosopis affinis*. O resultado para similaridade entre as áreas, conforme expresso pelo índice de Jaccard, é de média similaridade (75%). Em relação às variáveis físicas do solo e biomassa aérea total do estrato herbáceo constataram-se diferenças significativas entre áreas, evidenciadas por meio de testes-T de Student. Os testes de correlação, realizados pelo método de Spearman, mostram que *Vachellia caven* correlaciona-se positivamente com condições de solo conferidas à área com pastoreio e negativamente com a biomassa aérea total do estrato herbáceo, o que comprova sua melhor adaptação ao pastoreio e intolerância aos maiores níveis de sombreamento do solo. É possível ainda inferir mediante análises exploratórias de ordenação (PCoA) que há uma total distinção entre as duas áreas de estudo, configurada pelas notáveis alterações ocorrentes ao longo de apenas cinco anos de exclusão nos componentes físicos do solo, estrato herbáceo e abundância de *Prosopis affinis* e *Vachellia caven*.

**Palavras-chave:** Parque do Espinilho. Pastoreio. Variáveis ambientais. Fitossociologia. Física do solo.

## ABSTRACT

Master`s Dissertation  
Post-Graduate Program in Forest Engineering  
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

### EFFECTS OF GRAZING ON NATURAL VEGETATION IN A FRAGMENT OF SAVANA ESTÉPICA PARK, RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

AUTHOR: CRISTINA GOUVÊA REDIN  
ADVISER: Prof. Dr. SOLON JONAS LONGHI  
Defense Place and Date: Santa Maria, February 27, 2013.

Despite occupying a prominent place in the southern flora, the region belonging to the State Park Espinilho inserted within Steppe Savanna Park domains still is poorly investigated by science. Vegetation characteristics such as dense herbaceous extract and the presence of isolated trees configure it as favorable to livestock activity. Taking advantage of this fact, the aimed of the present study was to analyze the floristic and edaphic changes imposed by grazing. For this we select two areas, one under grazing and other excluded from this activity for five years, both areas contain a sample unit of 2ha subdivided into 200 plots of 100m<sup>2</sup> subunits. An inventory of the woody and regenerating extract was conducted in 100 of these sampling units and the data of other variables were collected in 50 subunits. The dissertation was divided in two chapters with the objective of analyzing the similarity, the structural and floristic changes in regenerating and woody vegetation (Chapter I) and evaluate changes in physical properties of the soil and total aerial herbaceous biomass between areas, as well as investigating possible correlations between these variables and the abundance of the main species present in regeneration (*Prosopis affinis* Spreng. and *Vachellia caven* (Molina) Seigler & Ebinger (Chapter II). Through studies on structural and phytosociological attributes we can see remarkable differences between areas mainly on the diameter structure of vegetation and floristic composition of natural regeneration and being *Vachellia caven* the specie better adapted to grazing than *Prosopis affinis*. As a result expressed by Jaccard index, the similarity between areas is average (75%). Regarding the physical variables of soil and total aboveground herbaceous we found significant differences between areas evidenced by Student's T-tests. The Spearman correlation test show positive correlation between *Vachellia caven* and soil conditions on grazed area and negatively correlated to total aboveground biomass of herbaceous extract which proves its better adaptation to grazing and intolerance to more levels of soil shading. Based on exploratory ordination analyses (PCoA) we can infer that there is a big difference between the two study areas that were shaped by remarkable changes in soil physical components, herbaceous vegetation and abundance of *Prosopis affinis* and *Vachellia caven* occurring just over five years of exclusion.

**Keywords:** Parque do Espinilho. Grazing. Environmental variables. Phytosociology. Soil physics.



## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

- Tabela 1 - Espécies encontradas no estrato arbóreo e regenerante de Savana Estépica Parque em área com pastoreio (A1) e sem pastoreio (A2), Barra do Quaraí, RS, 2012 ..... 38
- Tabela 2 - Dados estruturais de espécies pertencentes ao estrato arbóreo de Savana Estépica Parque em área com pastoreio (A1) e área sem pastoreio (A2), Barra do Quaraí, RS, 2012. .... 40
- Tabela 3- Dados estruturais de espécies pertencentes ao estrato regenerante de Savana Estépica Parque em área com pastoreio e em área sem pastoreio. Barra do Quaraí, RS, 2012. .... 42

### CAPÍTULO II

- Tabela 1 - Comparação de médias por meio de testes-T de Student entre pares de variáveis provindos de áreas com pastoreio (A1) e sem pastoreio (A2), Barra do Quaraí, RS, 2012. .... 70
- Tabela 2 - Testes de correlação de Spearman entre variáveis ambientais e a frequência de *P. affinis* e *V. caven* em regeneração natural de Savana Estépica Parque, Barra do Quaraí, RS, 2012..... 72

## LISTA DE FIGURAS

### REFERENCIAL TEÓRICO

- Figura 1 - Vegetação de Savana Estépica Parque, Parque Estadual do Espinilho, município de Barra do Quaraí. (Barra do Quaraí, 2012) ..... 19

### CAPÍTULO I

- Figura 1 - Localização do município de Barra do Quaraí, Rio Grande do Sul ..... 32
- Figura 2 - Vegetação natural de Savana Estépica Parque, Barra do Quaraí, RS (A); Exemplar da espécie *Prosopis affinis* (B) (Barra do Quaraí, RS, 2012)..... 33
- Figura 3 - Curva de acumulação de espécies considerando a vegetação em 100 subunidades amostrais, totalizando 10.000 m<sup>2</sup> (1 hectare) em área com pastoreio (3A) e área sem pastoreio (3B), Barra do Quaraí, RS, 2012..... 39
- Figura 4 - Frequências observadas e frequência ajustada x frequências observadas em classes diamétricas de vegetação de Savana Estépica Parque, em área com pastoreio (A, B) e em área sem pastoreio (C, D), Barra do Quaraí, RS, 2012 ..... 44
- Figura 5 - Estrutura hipsométrica da vegetação de Savana Estépica Parque, em área com pastoreio (A) e em área sem pastoreio (B). Barra do Quaraí, 2012..... 46
- Figura 6 - Estrato herbáceo em área com pastoreio (A) e estrato herbáceo/arbustivo em área protegida (B). Barra do Quaraí, RS, 2012..... 48
- Figura 7 - Estruturas diamétrica de *P.affinis* e *V.caven* em regeneração natural de área com pastoreio (A) e em área sem pastoreio (B); estruturas hipsométricas de *P.affinis* e *V.caven* em área com pastoreio (C) e em área sem pastoreio (D), em Savana Estépica Parque, Barra do Quaraí, RS, 2012..... 49

### CAPÍTULO II

- Figura 1- Localização das duas unidades amostrais instaladas no Parque Estadual do Espinilho. Barra do Quaraí, RS, 2012. .... 60
- Figura 2 - Medição da profundidade de penetração no solo (A) Medição da penetração no solo; (B) Penetrômetro de Impacto. (Barra do Quaraí, RS, 2012) ..... 61
- Figura 3 - Análise de textura do solo; Amostras em estufa à 100°C (A); Separação de areia fina e areia grossa com malha especial de 2,50mm (B). (Barra do Quaraí, RS, 2012. .... 63

Figura 4 - Frequências de espécies em área com pastoreio e área protegida, Barra do Quaraí, RS, 2012.....	65
Figura 5 - Diferenças existentes entre variáveis ambientais: densidade aparente (A), umidade gravimétrica (B), resistência à penetração (C) e biomassa aérea total do estrato herbáceo (D) coletadas nas duas áreas de estudo, Barra do Quaraí, RS, 2012 .....	67
Figura 6 - Ordenação dos 2 primeiros eixos da análise de coordenadas principais (PCoA) das subunidades amostrais instaladas em área com e sem pastoreio em relação às variáveis florísticas e edáficas avaliadas, ordenação das 100 subunidades amostrais (4A), ordenação das variáveis florísticas e edáficas (4B), Barra do Quaraí, RS, 2012.....	74

## LISTA DE APÊNDICES

### CAPÍTULO II

Apêndice A - Apêndice A - Resultados das análise de textura do solo em profundidade de 0 – 10 cm, em 50 subunidades alocadas em ambas as áreas de estudo, Barra do Quaraí, RS, 2013.....	87
Apêndice B - Resultados para análise de textura do solo em profundidade de 10 – 20 cm, em 50 subunidades, alocadas em ambas as áreas de estudo, Barra do Quaraí, RS, 2013.....	89
Apêndice C - Testes de correlação de Spearman entre variáveis ambientais e a frequência de <i>P. affinis</i> e <i>V. caven</i> em regeneração natural de Savana Estépica Parque, Barra do Quaraí, RS, 2013.....	92
Apêndice D - Escores das 100 subunidades nos primeiros seis eixos pela Análise de Coordenadas Principais (PCoA). Barra do Quaraí, RS, 2013.....	93
Apêndice E - Correlação dos seis primeiros eixos com as variáveis selecionadas para análise de Coordenadas Principais (PCoA). Barra do Quaraí, RS, 2012.....	95

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
2.1 O Bioma Pampa .....	16
2.2 Savana Estépica Parque .....	18
2.3 Pastoreio em campos naturais .....	21
2.4 Propriedades físicas do solo .....	23
2.5 Fitossociologia e Análise Multivariada .....	24
<b>3 OBJETIVO .....</b>	<b>27</b>
3.1 Objetivos específicos .....	27
<b>4 CAPÍTULO I – ALTERAÇÕES ESTRUTURAIS E FLORÍSTICAS EM VEGETAÇÃO DE SAVANA ESTÉPICA PARQUE PELA RETIRADA DA ATIVIDADE PECUÁRIA, BARRA DO QUARAÍ, RS .....</b>	<b>28</b>
4.1 Resumo .....	28
4.2 Abstract .....	29
4.3 Introdução .....	30
4.4 Material e Métodos .....	32
4.4.1 Caracterização da área de estudo .....	32
4.4.2 Amostragem e coleta de dados .....	33
4.4.3 Análise de dados .....	34
4.4.3.1 Parâmetros fitossociológicos e Intensidade amostral .....	34
4.4.3.2 Composição florística, diversidade e similaridade .....	35
4.4.3.3 Estrutura diamétrica e hipsométrica .....	36
4.5 Resultados e Discussão .....	37
4.5.1 Caracterização florística e fitossociológica .....	37
4.5.2 Caracterização de atributos estruturais .....	43
4.5.3 Análise comparativa .....	46
4.6 Conclusões .....	51
4.7 Referências Bibliográficas .....	52
<b>5 CAPÍTULO II – INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS EDÁFICAS NO ESTRATO REGENERANTE EM FRAGMENTO DE SAVANA ESTÉPICA PARQUE SOB E LIVRE DE PASTOREIO, BARRA DO QUARAÍ, RS .....</b>	<b>55</b>
5.1 Resumo .....	55
5.2 Abstract .....	56
5.3 Introdução .....	57
5.4 Material e Métodos .....	58
5.4.1 Área de estudo .....	58
5.4.2 Amostragem e coleta dos dados .....	59
5.4.3 Análise dos dados .....	62
5.4.3.1 Análise dos parâmetros edáficos .....	62

5.4.3.2 Análises estatísticas .....	63
<b>5.5 Resultados e Discussão .....</b>	<b>64</b>
<b>5.6 Conclusões .....</b>	<b>75</b>
<b>5.7 Referências Bibliográficas .....</b>	<b>76</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>80</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>87</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Entremeados na bela composição de um mosaico vegetal único, onde contracenam campos e florestas, é possível identificar a influência de distintas províncias fitogeográficas, as quais possuem na flora gaúcha, representantes como testemunhas. Inserem-se nesse contingente florístico sul rio-grandense elementos oriundos principalmente de dois domínios fitogeográficos: o Amazônico e o Chaquenho.

Segundo a classificação de Martius (1951), a província que engloba a vegetação sul-brasileira, denominada como *Napaeae*, faz referência à divindade protetora dos vales e prados. Aos vales sucedem-se as florestas e às planícies as pradarias, correspondentes atualmente ao Bioma Pampa. O termo “pampa” de origem indígena significa região plana, que neste sentido compreende toda a área de topografia suavemente ondulada que compõe, de acordo com Porto (2002), a região fisiográfica da Campanha, no Rio Grande do Sul. Nesse contexto, Galvão e Marchiori (1985) destacam a flora pertencente à Campanha do Sudoeste, posta dentro dos domínios do Bioma Pampa e constituída por formação única e inigualável no estado, estando ali inserido o Parque do Espinilho.

No tocante à flora regional, o Parque do Espinilho compreende uma notável peculiaridade de espécies, representadas principalmente por gêneros pertencentes à província chaquenha, tais como *Prosopis*, *Aspidosperma* e *Parkinsonia*. Sendo, conforme Waechter (2002) a expressão máxima da flora chaquenha no estado, classificada fisionomicamente como Savana Estépica Parque. No Rio Grande do Sul, bem como no Brasil, não há vegetação que se iguale a essa fisionomia restrita ao município de Barra do Quaraí. Apesar de sua singularidade florística, bem como também em termos de fauna, a região é muito pouco estudada, carecendo atualmente de mais pesquisas que auxiliem na conservação e manejo do hábitat.

O ambiente é formado por elementos arbóreos extremamente heliófilos e por consequência bastante dispersos, concedendo às espécies forrageiras, oportunidade de desenvolvimento sob condições favoráveis de luminosidade, o que por sua vez, resulta na presença de um denso estrato herbáceo. Característica essa, que confere à Savana Estépica Parque seu longo histórico aliado à pecuária extensiva e manejo de pastagens com uso do fogo.

Inevitavelmente essas perturbações de caráter antrópico, influem no ambiente natural, sobretudo quanto à diversidade e estrutura da vegetação, implicando ainda em alterações edáficas. Tais eventos, especialmente os vinculados às formas de produção, por vezes,

abrevidam a flora nativa a pequenas estilhas dispersas de maneira isolada, o que prejudica diretamente a permanência das espécies em seu hábitat original. .

Valendo-se do cenário atual, onde dividem espaço a flora endêmica e o pastoreio, a proposição do presente estudo vem ao encontro de examinar o grau de alteração de um fragmento sob pastoreio, comparado a um fragmento protegido de Savana Estépica Parque, ambos inseridos dentro dos limites do Parque Estadual do Espinilho. As respostas fornecidas servirão como ferramenta para possíveis planos de manejo e conservação desse hábitat característico por resguardar formas de vida tão singulares.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O bioma Pampa

Devido à sua posição geográfica estar cerca do paralelo 30°S de latitude, um limite virtual para os tipos de vegetação tropical, segundo Cabrera e Willink (1980), e estar no leste da América do Sul, o sul do Brasil ocupa uma região de transição entre os climas tropical e temperado, com verões quentes e invernos frios, sem estação seca. Variações no substrato geológico e na altitude, de acordo com Waechter (2002), também contribuem para a diversidade de tipos vegetacionais da região.

A vegetação do Estado do Rio Grande do Sul apresenta-se no recente, como um mosaico resultante das diferenças de relevo, solo, geologia e hidrografia, composta essencialmente de campos e florestas, os quais encontram-se em permanente competição no espaço regional e são condicionados sob fortes influências ambientais, sobretudo as climáticas, que sofreram transformações ao longo do tempo (BAUERMANN et al., 2008, p. 87).

A flora campestre do Estado, segundo observações feitas por Lindman (1906), seria testemunha de um clima mais seco. Em trabalho de Quadros e Pillar (2002) os autores relatam que desde muitos anos, os cientistas que se ocupam de estudos sobre vegetação se surpreendem pelo fato das formações campestres dominarem uma região da América do Sul sob um clima aparentemente adequado para comportar florestas.

O espaço gaúcho mudou consideravelmente, Bolzon e Marchiori (2002) relatam que desde o início do Neojurássico, ocorrendo importantes eventos geológicos, biológicos e climáticos. Esses mesmos autores afirmam ainda que há evidências de uma melhoria climática significativa no sul do Brasil, no início do Holoceno, com aumento da temperatura e umidade, o que de fato, propicia a expansão do ambiente florestal, que até aquele momento restringia-se a vales e sítios mais úmidos.

Sob essa ótica, Leite e Klein (1990), dividem a vegetação do estado do Rio Grande do Sul, em florestal e não florestal, considerando a vegetação florestal: ombrófila (Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista) ou estacional (Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual). Já como vegetação não florestal os autores consideram todos os demais tipos de vegetação que não alcançaram os níveis de desenvolvimento e organização tidos como em equilíbrio com o clima, sendo a vegetação xeromorfa (Savana, Savana Estépica), xerofítica (Estepe, Parque do Espinilho) e as Formações Pioneiras (Restingas e Dunas).

O projeto nacional de classificação da vegetação RADAMBRASIL dividiu os Campos do sul do Brasil, de acordo com Teixeira et al. (1986) em duas grandes regiões fitoecológicas, as savanas e as estepes. Esta classificação, destaca Behling (2009, p.29), “foi baseada na fisionomia da vegetação, sendo o termo estepes utilizado para caracterizar campos baixos, com um único estrato, e ‘savanas’ para descrever campos com dois estratos.”

Toda essa porção, referente às estepes e savanas pertencem ao bioma Pampa, sendo conhecido no Brasil como Pampa, representa 2,07 % (176.496 km<sup>2</sup>) do território nacional. Seu reconhecimento como bioma é recente, pois apenas a partir de 2004 o bioma Pampa foi desmembrado do bioma Mata Atlântica (SOARES, 2012, p. 17).

Fitogeograficamente os Campos do sul do Brasil estão na região Neotropical e fazem parte de dois domínios biogeográficos, segundo Behling et al. (2009), o Amazônico e o Chaquenho, representados pelas províncias do Paraná (PR, SC e norte do RS) e Pampeana (sul do RS), respectivamente. O tipo de vegetação campestre predomina, com muitas espécies herbáceas, arbustivas e de arvoretas coexistindo na matriz de gramíneas. Para Cabrera e Willink (1980) a maior parte da flora tem origem Chaquenha, mas também há representantes dos domínios Amazônico e Andino-Patagônico.

A riqueza única de espécies característica do bioma Pampa é associada por Burkart (1975) com uma mistura de espécies microtérmicas, de crescimento hibernal e megatérmicas, de crescimento estival, as quais predominam, distinguindo a vegetação da região Sul de outras formações vegetais globais. De acordo com Soares (2012), os campos do RS apresentam elevada riqueza de espécies vegetais: estimativas apontam mais de 2200 espécies campestres para o Estado.

Em levantamentos florísticos, Boldrini (2009) relata que são apontadas, mais de 500 espécies de Poaceae, 600 de Asteraceae, 250 de Fabaceae entre outras famílias. A vegetação que compõe os campos do estado é caracterizada fisionomicamente pelas gramíneas, grupo dominante nesse ecossistema, podendo ser também observadas, muitas vezes espécies arbustivas pertencentes principalmente à família Asteraceae.

Nesse mesmo contexto, Boldrini (1997) descreve seis regiões fisionômicas para os Campos do RS, considerando variações florísticas locais associadas com o clima, topografia e heterogeneidade dos solos. A grande variação fisionômica campestre e na composição de espécies dominantes, independente da região, segundo Pillar e Quadros (1997), parece ser determinada pelos regimes de pastejo e fogo, atividades comuns em uso e manejo de pastagens no estado.

## 2.2 Savana Estépica Parque

São evidenciadas as diferenças existentes entre regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul, por Marchiori e Galvão (1985), todas caracterizadas por ter personalidade própria e indivisa, embora havendo correlações entre fauna, flora e relevo, sendo, porém, a região da Campanha do Sudoeste caracterizada por uma formação única, ímpar e inigualável. A região da Campanha caracteriza-se com relação ao aspecto da vegetação, com predominância da formação estépica e ocorrência da formação Savana Estépica Parque, onde insere-se o Parque do Espinilho.

Para Veloso e Góes-Filho (1982) a formação existente no Parque do Espinilho, atualmente com área restrita no município de Barra do Quaraí, também ocorria ao longo do rio Uruguai até Uruguiana, em solos aluviais de terrenos aplainados por deposição fluvial. A primeira referência à vegetação de Savana Estépica Parque, conforme o Manual Técnico da Vegetação Brasileira do IBGE (1992) no Rio Grande do Sul, foi realizada por Rambo (1956), o qual a descreve como uma vegetação campestre que possui abundância de arbustos lenhosos, ou ainda espécies de porte arbóreo, as quais conferem a estepe um caráter de Parque (Figura 1).

O termo Parque (de *Parkland*) foi introduzido na Fitogeografia por Tansley e Chip (1926) para designar uma fisionomia do Chaco Argentino. Este subgrupo de formação, citado por IBGE (2012, p.125) “apresenta características fisionômicas muito típicas, com arbustos e pequenas árvores, em geral de mesma espécie, e distribuição bastante espaçada, quais fossem plantados, o que muito se assemelha à fisionomia observada no Parque do Espinilho.”

A formação savânica, segundo Sarmiento (1983) constitui uma parte substancial da vegetação que cobre as áreas tropicais da América do Sul. A área total ocupada por este tipo de formação no continente sul-americano chega a aproximadamente 2 milhões de quilômetros. A região da Savana, de acordo com o Projeto RADAMBRASIL reúne várias formações campestres, por vezes enriquecidas com arvoretas isoladas, capões-de-mato e galerias florestais ao longo dos rios, permitindo o reconhecimento de três formações, segundo parâmetros fisionômicos: Arbórea Aberta, Parque e Gramíneo-Lenhosa.



Figura 1 – Vegetação de Savana Estépica Parque, Parque Estadual do Espinilho, município de Barra do Quaraí. (Barra do Quaraí, RS, 2012. Fotografia de Cristina Gouvêa Redin).

Para Waechter et al. (2002), nos sistemas de classificação vegetacional publicados por pesquisadores vinculados ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os campos sul-brasileiros, foram denominados de savanas e estepes, visando uma concordância com terminologias internacionais.

O tipo de formação vegetal ocorrente em Barra do Quaraí incide também em outros países da América do Sul, porém, no Brasil, ocorre somente no Rio Grande do Sul. Nesse contexto, Marchiori e Longhi (1985) afirmam ser o Parque do Espinilho, um prolongamento das formações do Parque Mesopotâmico localizado nas Províncias argentinas de Corrientes e Entre Rios. O Parque Mesopotâmico, segundo Tortorelli (1956), é uma formação de caráter edáfico, ocorrendo na região sempre que o terreno se eleva em alguns metros, o que determina o desenvolvimento da vegetação com características xeromórficas sem a influência da água dos rios e arroios.

Na Argentina, conforme Hilgert et al. (2003), existem três tipos de bosques, chamados principalmente pela espécie ou gênero dominante, os “espinhais” de *Acacia caven* (Mol.) Mol., os “quebrachales” de *Schinopsis balansae* Engl. e os “algarrobales” formados por espécies do gênero *Prosopis* spp. Para o Uruguai, Del Puerto (1987) comenta que ao norte

existiram grandes extensões de algarrobos (*Prosopis*) e “espinillares” (*Acacia caven*), hoje em franca degeneração.

De acordo com Lindman (1906) e Rambo (1956) a flora do Parque do Espinilho, apresenta adaptações morfológicas para sobreviver em lugares de crescimento desabrigado, com terreno quente e pobre em água. A vegetação é considerada xerófila, e a maioria das espécies apresenta dispositivos especiais para diminuir a transpiração. Do ponto de vista fisionômico, Watzlawick et al. (2010) expressa que todas as adaptações juntas formam caracteres que influenciam sensivelmente na expressão da paisagem, definindo a vegetação da região, o quê é facilmente observado pelo tom cinzento ou amarelado do cenário, provocado pela pilosidade e pelas folhas coriáceas.

A importância desta fisionomia é relatada por Marchiori e Longhi (1985), os quais a descrevem como uma vegetação arbórea, resultante da associação de *Prosopis algarobilla* Gris., *Prosopis nigra* (Gris.) Hieron., *Acacia caven* (Mol.) Mol., *Parkinsonia aculeata* L. e *Aspidosperma quebracho-blanco* Schltl. Destacam ainda que são espécies heliófitas, as quais se desenvolvem a plena luz, ocorrendo preferencialmente em regiões planas e semi-áridas, eventualmente nas baixadas.

Já Garcia et al. (1978), tratam a vegetação do Parque do Espinilho como uma formação silvática campestre, composta por árvores espinhentas com a ocorrência de *Prosopis algarobilla* e *Acacia caven*. Em estudo realizado por Marchiori, Longhi e Galvão (1983) sobre o gênero *Prosopis* no Rio Grande do Sul, descrevem duas espécies do gênero nativas do estado, *Prosopis algarobilla* e *Prosopis nigra*, os mesmos autores advertem que a literatura botânica cita apenas a primeira espécie como de ocorrência natural. Atualmente as espécies *Prosopis algarobilla* e *Acacia caven* são nomeadas respectivamente como: *Prosopis affinis* e *Vachellia caven*.

Na Savana Estépica Parque brasileira, Watzlawick et al. (2010) relata que foram realizados trabalhos clássicos desenvolvidos em relação a descrição da vegetação, composição florística e estrutura fitossociológica (Rambo, 1956; Garcia et al., 1978; Veloso e Góes-Filho, 1982; Reitz et al., 1983; Marchiori et al., 1985; Marchiori e Longhi, 1985; e Galvani, 2003) os quais apontam a existência de discordâncias em relação a ocorrência ou não de determinada espécie, bem como ao tipo de vegetação existente, e ressaltam a importância de realização de novos estudos.

### 2.3 Pastoreio em campos naturais

Conforme Sosinski e Pillar (2004) a descrição de comunidades vegetais, relacionando formas com o ambiente baseia-se na observação de que fatores físicos e biológicos do meio são determinantes na fisionomia da vegetação, fatores que não necessariamente são oriundos do âmbito natural. Para Pillar et al. (2009, p. 14) “comumente observa-se a atuação antrópica em ambientes nativos como fontes de perturbação e modificação desses , as queimadas ocorrem desde o início da ocupação humana e a influência do gado desde sua introdução no século XVII.”

Considerando a hipótese de resiliência da vegetação campestre aos distúrbios de fogo e pastoreio, Quadros e Pillar (2001) afirmam que a vegetação campestre do Cone Sul provavelmente evoluiu sob presença do fogo e do pastejo, como elementos de distúrbio. Os mesmos autores ainda relatam que há cerca de 150 anos, o aumento da intensidade do pastejo determinou a redução da intensidade de queimadas.

Distúrbios causados por esses dois fatores: fogo e pastoreio, de acordo com Pillar et al. (2009) são importantes nos ecossistemas campestres, influenciando na diversidade de espécies, e em certa medida sendo essencial para sua conservação, mas o limiar entre uso sustentável e degradação devido a esses distúrbios ainda é pouco conhecido.

Acredita-se, entretanto que o efeito mais importante sobre a vegetação natural, é o do pastejo, pois, embora ambos, fogo e pastejo, removam área foliar das plantas, o pastejo continua a reduzir o material verde de lâminas foliares ao longo de toda a estação de crescimento, afetando sua taxa de acumulação (NOY-MEIR, 1995 apud SANTOS, 2012, p. 26).

Historicamente, o mesmo autor relata que nos campos havia grandes herbívoros pastadores, extintos há milhares de anos. Há evidências fósseis de grandes mamíferos pastadores, de acordo com Kern (1997 apud BEHLING et al., 2009) de espécies semelhantes ao cavalo (Equidae) e à lhama (Camelidae), bem como de outros herbívoros de grande porte, que existiram nessa região até cerca de 8,5 mil anos atrás.

Sobre a herbivoria pelo gado bovino, Santos (2012) afirma estar presente desde o século XVII, podendo ser considerada como uma reintrodução de um processo ecossistêmico antes desempenhado pela megafauna pastadora. A ação de pastejo, segundo Morris (2000) modifica a estrutura da vegetação pela seleção entre plantas palatáveis e não palatáveis e influencia na variação topográfica, alterando a heterogeneidade espacial dos táxons.

Quanto à expansão florestal, evento esse propício ao clima vigente, tem sido observado em outros continentes, conforme Behlin et al. (2009), que o fogo e/ou pastejo são provavelmente os principais fatores que impedem o domínio florestal em áreas campestres, cujas condições climáticas vigentes são propícias ao desenvolvimento desse tipo de vegetação.

Nesse contexto, Nabinger et al. (1999), citam também o pastoreio como uma das principais atividades econômicas nos Campos do sul do Brasil, sendo considerado frequentemente o principal fator mantedor das propriedades ecológicas e das características fisionômicas dos campos. Para Bazzaz (1983) distúrbios tem papel muito importante na geração e manutenção de características como diversidade específica e organização da comunidade, mas essas alterações nem sempre se dão de forma benéfica.

Altas pressões de pastejo são relacionadas por Zhao et al. (2006) com a redução da diversidade de plantas herbáceas e arbustos em áreas de pastagem, já que a ação do pastejo é seletiva de acordo com a apetência das plantas ao paladar dos pastadores. Devido a esse fato a composição de espécies e a estrutura da vegetação estão sujeitas às perturbações exercidas no meio.

No âmbito das savanas africanas, foi constatado em pesquisas realizadas por Mantel (1965 apud SCHNEIDER et al., 1978) que há uma íntima relação entre a intensidade do pastejo e a modificação (seleção) na composição de espécies. No Chaco argentino, vegetação semelhante à Savana Estépica Parque onde insere-se o Parque do Espinilho, Hueck (1972 apud SCHNEIDER et al., 1978) observou a degradação progressiva da floresta seca para associações com predominância de Cactáceas em função do pastoreio. Nunes (2006) afirma ser preocupante a ação de queimadas e pastoreio intensivo frente à deficiência de levantamentos florísticos sistematizados nessa região.

Além das perturbações causadas na composição florística e em atributos estruturais da flora, podem ser observadas alterações na estrutura do solo, advindas de atividade pastoril. Segundo Spurr (1973) verifica-se em todo o mundo que a presença de animais domésticos é motivo de redução da capacidade produtiva dos solos, evento vinculado diretamente ao pisoteio e compactação do componente edáfico.

Diminuição da cobertura sobre a superfície do solo e aumento dos riscos de erosão, são consequências citadas por Overbeck et al. (2009) devido ao pastoreio excessivo. Para Costa et al. (2003) a compactação de solos de pastagens cultivadas ou nativas é generalizada nas diversas regiões do país e tem causado preocupação, pois a produtividade das forrageiras utilizadas vem diminuindo rapidamente.

Nesse contexto, Gaggero et al. (1998 apud TORRES et al., 2012) indicam dois aspectos que requerem maior atenção no manejo animal sobre pastagens: a pressão de pastejo e a movimentação dos animais. Outro critério ao qual deve ser dado maior ênfase, é a análise da densidade de animais sobre as áreas de pastagens naturais, com a finalidade de sempre buscar um equilíbrio razoável entre a composição florística, estrutura do compartimento edáfico e produção.

## **2.4 Propriedades físicas do solo**

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, define o solo como sendo uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicas, formadas por materiais minerais e orgânicos. Conforme Resende et al. (2002) a importância ecológica do solo está intimamente atrelada ao fato deste se apresentar como um corpo natural integrado ao ecossistema, atuando como componente central junto às esferas que exercem influência sobre os processos responsáveis pela vida.

Do ponto de vista da física, segundo Reichert et al. (2010) o solo é um meio poroso, não-rígido, trifásico, formado de partículas que apresentam complexidade de forma, tamanho e estrutura mineralógica, e de algumas partículas finitamente divididas de maneira a apresentar uma grande área superficial. As características físicas do solo segundo Van Laar (1981 apud GERHARDT et al., 2001) facilitam mais as previsões sobre a qualidade de sítio do que as propriedades químicas.

A qualidade física de um solo, para Reinert et al. (2006) depende de sua composição ou de características intrínsecas como profundidade efetiva, mineralogia e textura, assim como de propriedades que variam no tempo. O ambiente ecológico do solo, também conforme Reinert et al. (2006) é definido pelo arranjo espacial das partículas e dos espaços entre elas (poros).

No tocante à flora de uma determinada fisionomia, Tormena et al. (1998) afirma que a qualidade do ambiente radicular é caracterizada pelos tamanhos dos poros e pela sua distribuição no solo. A porosidade total motiva fatores básicos da qualidade de um solo como: aeração e infiltração de água. Porém a porosidade do componente edáfico pode sofrer alterações em consequência do uso à que é submetido esse solo. Boone et al., (1986 apud TORMENA et al., 1998) confirma que em solos severamente compactados, sob condições de elevada umidade e aeração insuficiente, o crescimento radicular é limitado.



A compactação do solo interfere diretamente em vários atributos físicos da estrutura edáfica, em especial na diminuição da porosidade total, Wagger e Denton (1989 apud ALBUQUERQUE et al., 2001) relatam consequências prejudiciais principalmente na aeração, infiltração de água e penetração das raízes, o que por sua vez causa perturbações na vegetação. Conforme Albuquerque et al. (2001) a resistência à penetração e a densidade do solo têm sido utilizadas para indicar restrições às plantas. Rosolem et al. (1994) complementam ainda que o adensamento e a baixa infiltração de água no solo tornam as plantas mais suscetíveis a deficits hídricos e com limitada capacidade de absorver nutrientes em camadas subsuperficiais.

No contexto da pecuária extensiva, Alderfer e Robinson (1947 apud BERTOL et al., 1998 ) citam que o manejo dos animais sobre as pastagens naturais implica modificações nas propriedades físicas do solo a médio e longo prazos. Tal atividade requer grandes cuidados principalmente quanto à densidade de animais sobre uma determinada área, preservando desse modo a estrutura do solo e conseqüentemente fatores vitais para ocorrência das espécies nativas.

## **2.5 Fitossociologia e Análise Multivariada**

Estudos fitossociológicos são realizados com a finalidade de diagnosticar no geral as características da vegetação em tese, avaliando atributos referentes à estrutura horizontal, estrutura vertical, resultados expressos por índices de diversidade, riqueza, dispersão, equabilidade e similaridade. Segundo Queiroz et al. (2006), o estudo dos parâmetros fitossociológicos contribui para a obtenção de importantes informações acerca de processos ecológicos de uma determinada fitocenose, no que se refere às características básicas e fundamentais e todas as transformações permanentes e contínuas que ocorrem em diversos ambientes ecológicos.

Os levantamentos fitossociológicos, conforme Rego et al. (2004), constituem-se na coleta de dados à campo e na análise de dados que permitem definir, para uma dada comunidade florestal, a sua estrutura horizontal (expressa pela abundância ou densidade, frequência e dominância), estrutura vertical (posição sociológica e regeneração natural) e estrutura dendrométrica (relativa aos parâmetros dendrométricos, como na distribuição diamétrica e distribuição de volume ou área basal por classe diamétrica). Fornecendo desse modo um retrato completo da flora, sendo esse o ponto de partida para vários estudos no âmbito ecológico.

Os trabalhos de cunhos florístico e fitossociológico, para Almeida e Souza (1997) são fundamentais à medida que geram subsídios para o manejo da comunidade, possibilitando traçar estratégias de conservação da diversidade. Campos et al. (2006) afirmam que esses estudos contribuem para o mapeamento e fornecimento de dados sobre os remanescentes de vegetação.

De acordo com Schneider e Finger (2000) em uma comunidade florestal constantemente ocorrem mudanças em sua estrutura, fisionomia e composição florística que perduram até o estado clímax. O que justifica estudos de acompanhamento para avaliação dessas etapas, utilizando-se de levantamentos fitossociológicos, bem como a descrição florística e avaliação estrutural, como base para a definição de estratégias de conservação de remanescentes florestais e restauração de áreas degradadas.

Essas análises reúnem vários métodos e técnicas, Meunier et al. (2001) cita os de amostragem, estimativas de parâmetros fitossociológicos e dendrométricos e levantamentos florísticos, proporcionando níveis de precisão e de confiança adequados e informações válidas para a tomada de decisões sobre o manejo da vegetação. Para Nappo et al. (2000) a realização de estudos básicos sobre a florística e relações fitossociológicas entre as espécies colonizadoras de áreas fortemente perturbadas ao longo do tempo são ferramentas importantes a serem utilizadas para nortear estratégias de reabilitação e recuperação destas, bem como possibilitar avaliações quali quantitativas das áreas sob processo de recuperação.

Porém a informação somente dos parâmetros florísticos e fitossociológicos podem nos fornecer um quadro incompleto de como a floresta está constituída em sem habitat como um todo. Pode ser citada como alternativa de complementação a esses estudos a avaliação dos padrões estruturais, que fornecem ao pesquisador a possibilidade de verificar como os indivíduos estão distribuídos em classes de diâmetro e altura, tornando-se assim ferramenta fundamental para o manejo de um determinado ambiente.

Podem ser citadas ainda como ferramentas importantes em estudos ambientais, as técnicas multivariadas, que proporcionam ao pesquisador investigar caracteres da flora associados com outras variáveis existentes no ambiente. De acordo com Gerhardt et al. (2001), a análise multivariada é um conjunto de técnicas estatísticas que trata de dados correspondentes às medidas de muitas variáveis simultaneamente. Muitas vezes a incorporação de diversas variáveis na análise de dados é imprescindível nas áreas da pesquisa, segundo Pontes (2005), o uso de apenas uma variável pode ser uma simplificação grosseira, não espelhando de forma adequada o objetivo do estudo.

Conforme Felfili et al. (2007), um dos traços mais marcantes da natureza é a sua complexidade, em um sistema natural os padrões encontrados são determinados por processos interatuantes, que variam no espaço e no tempo, sendo a vegetação um dos componentes da natureza que melhor retrata essa rede de interações e interdependências. McGarigal et al. (2000 apud FELFILI et al., 2007) afirmam que o uso de análises multivariadas em ecologia, tem como propósito reduzir um grande número de variáveis a poucas dimensões com o mínimo de perda de informações, permitindo a detecção dos principais padrões de similaridade, associação e correlação entre as variáveis de interesse.

De acordo com Hair Jr. et al., (2005), a dificuldade de definir análise multivariada é que o termo “multivariada” não é usado de maneira consistente na literatura. Kanieski (2010, p. 32) cita que “para ser considerada verdadeiramente como multivariada, todas as variáveis devem ser aleatórias e inter-relacionadas, de modo que seus diferentes efeitos não possam ser significativamente interpretados de forma separada.”

Pontes (2005, p. 13) destacam que “a análise de dados multivariados compreende, dentre outras, as técnicas de componentes principais, análise de agrupamentos, análise discriminante, análise fatorial, análise da variância multivariada e análise de correlação canônica.” Subdividem-se em dois grandes grupos: as técnicas multivariadas exploratórias de sintetização e as técnicas de interferência estatística.

Encontra-se dentre as técnicas multivariadas exploratórias de sintetização, a Análise de coordenadas principais. A análise de coordenadas principais (*Principal Coordinate Analysis* – PCoA), também conhecida como Escalonamento Multidimensional Métrico. Descrita por Gower (1966), essa análise, segundo Valentin (1995) preserva em espaço de dimensões reduzidas, as distâncias entre objetos caracterizadas por descritores de qualquer tipo.

É tomada por Landim (2002) como um caso mais geral da Análise de componentes principais. De acordo com o mesmo autor, a análise de coordenadas principais fornece uma ordenação direta entre casos e é muito útil nas situações quando se dispõe de uma matriz de dados com mais variáveis do que espécimes.

### **3 OBJETIVO**

Investigar as alterações ocorrentes na vegetação natural e em variáveis ambientais de fragmento pertencente aos domínios de Savana Estépica Parque, ocasionadas por práticas de pecuária extensiva. Para tal fim foram avaliadas duas áreas de estudo: uma sob impacto do pastoreio e outra protegida dessa atividade a 5 anos.

#### **3.1 Objetivos específicos**

- a) Caracterizar, analisar e comparar atributos estruturais e florísticos de componente arbóreo e regenerante, bem como aferir sobre a diversidade de espécies e similaridade entre as duas áreas de estudo;
- b) Identificar e avaliar as alterações ocorrentes em variáveis edáficas e florísticas entre as duas áreas de estudo, para constatar quais diferem significativamente;
- c) Investigar possíveis correlações entre variáveis edáficas e quantificação de biomassa aérea total do estrato herbáceo com a abundância das principais espécies em estrato regenerante (*Vachellia caven* e *Prosopis affinis*);
- d) Avaliar as diferenças e semelhanças existentes entre as 100 subunidades amostrais inseridas em ambas as áreas de estudo, bem como, com vistas a obter uma síntese da trajetória destas e das variáveis ambientais estatisticamente díspares.

## 4 CAPÍTULO I

# ALTERAÇÕES ESTRUTURAIS E FLORÍSTICAS EM VEGETAÇÃO DE SAVANA ESTÉPICA PARQUE PELA RETIRADA DA ATIVIDADE PECUÁRIA, BARRA DO QUARAÍ, RS

### 4.1 Resumo

No tocante à flora sulina, o Parque do Espinilho, inserido dentro dos domínios da Savana Estépica Parque, abriga uma vegetação de espécies endêmicas, pertencentes a gêneros oriundos da província fitogeográfica chaquenha. Além da flora e fauna local, o cenário ainda divide espaço com a pecuária extensiva, muito frequente nessa região, o que causa perturbações no ambiente natural. Nesse contexto, o presente estudo, teve como objetivo investigar as alterações ocorrentes na estrutura e diversidade florística, em dois fragmentos de Savana Estépica Parque, o primeiro em área sob influência do pastoreio e o segundo em área protegida a cinco anos dessa atividade, ambos situados no município de Barra do Quaraí, RS. Para tanto foi instalada uma unidade amostral amostral de 2ha em cada uma das áreas de estudo, subdivididas em 200 subunidades (10 x 10m). Para realização de inventário do estrato arbóreo e regenerante, foram pré-determinadas sistematicamente 100 dessas subunidades, distantes 10 metros entre elas. Conforme os resultados encontrados, é possível observar considerável variação estrutural da regeneração entre as duas áreas, evidenciando melhores condições na ausência do pastoreio. Em área com pastoreio *Vachellia caven* é a espécie predominante na regeneração natural, enquanto que em área protegida *Prosopis affinis*, espécie típica da vegetação em tese, assume esse posto. A diversidade, expressa pelo índice de Shannon, indica baixa diversidade em ambas as áreas, sendo menor em área com pastoreio, enquanto a similaridade fornecida pelo índice de Jaccard sugere média similaridade entre as áreas, apresentando resultado igual à 75%. É possível inferir, mediante as análises feitas, que há uma gradativa substituição nas entidades taxonômicas, ocasionada pela influência do pastoreio, bem como pelas melhores adaptações morfofisiológicas de *Vachellia caven* em detrimento de *Prosopis affinis* à situações de pastejo.

**Palavras-chave:** Bioma Pampa. Pecuária. Província do Espinal. Florística.

## 4 CHAPTER I

# STRUCTURAL AND FLORISTIC CHANGES IN VEGETATION OF STEPPE SAVANNA PARK BY WITHDRAWAL OF LIVESTOCK ACTIVITY, BARRA DO QUARAÍ, RS

### 4.2 Abstract

In regard to southern flora the Espinilho Park is inserted within Steppe Savanna Park domains and keep vegetation of endemic species belonging to taxa from Chaco phytogeographic province. Besides the local flora and fauna, the scenery still shares space with extensive livestock that is very common in this region and causes disturbances in the natural environment. In this context, the present study aim to investigate the modifications that occurs in the floristic structure and diversity in two fragments of Steppe Savanna Park, the first is under the influence of grazing and the second is an area protected from grazing for five years and both fragments are located in Barra do Quaraí municipality, RS. For this, a sample plots of 2ha was installed in both study areas, each one consisting of 200 sub plots (10 x 10m). A hundred of these sub plots with 10 meters distant were systematically predetermined to carry out an inventory of regenerating and tree layer. According to the results it's possible to observe considerable structural variation in regeneration between the two areas indicating better conditions in the absence of grazing. In grazed areas *Vachellia Caven* is the predominant species whereas in protected area *Prosopis affinis* a typical species of this vegetation becomes predominant. The Shannon index indicates low diversity in both cases but lower in grazed area whereas the similarity index of Jaccard suggests similarity between areas with results equal to 75%. It can be inferred based on the analysis that is a gradual replacement in taxonomic entities caused by the influence of grazing, high animal density and the best morphophysiological adaptations of *Vachellia caven* relative to *Prosopis affinis* in grazing situations.

**Keyword:** Pampa Biome; Livestock; Province of Espinal. Floristic.

### 4.3 Introdução

De acordo com Leite e Klein (1990) a vegetação do Rio Grande do Sul pode ser dividida, em florestal e não florestal. A vegetação florestal é conhecida como Florestas Ombrófilas ou Florestas Estacionais. Já a vegetação não florestal os mesmos autores consideram todos os demais tipos de vegetação que não alcançaram os níveis de desenvolvimento e organização tidos como em equilíbrio com o clima.

Backes e Irgang (2009) descrevem a porção sudoeste do Rio Grande do Sul, compreendendo a campanha gaúcha e serra do sudeste, como paisagens de coxilhas, morros e campos, onde comparecem as formações vegetais chaquenhas e pampeanas, de clima mais seco. A região da campanha caracteriza-se com relação ao aspecto da vegetação, a predominância da formação estépica, estando localizado na mesma, o Parque do Espinilho.

O manual da vegetação brasileira IBGE (1992) o descreve como uma vegetação situada no entroncamento da barra do rio Quaraí com o rio Uruguai constituindo-se como um exemplo clássico da Savana Estépica Parque, o qual é formado quase que exclusivamente por associações arbóreas de *Prosopis Algarobilla* Griseb. (algarroba) e *Acacia caven* (Molina) Molina (espinilho), atualmente denominadas respectivamente como: *Prosopis affinis* Spreng. e *Vachellia caven* (Molina) Seigler & Ebinger. Erroneamente o manual técnico da vegetação brasileira IBGE (2012) faz referência à localização do Parque do Espinilho para o município de Uruguaiana, enquanto que na realidade, o mesmo situa-se no município de Barra do Quaraí.

A primeira referência feita à vegetação Savana Estépica Parque, conforme o Manual Técnico da Vegetação Brasileira do IBGE (1992), no Rio Grande do Sul, foi realizada por Rambo (1956), em sua eminente obra “A Fisionomia do Rio Grande do Sul”. O Parque localiza-se no município de Barra do Quaraí, extremo sudoeste do estado e abriga uma vegetação que não ocorre em outra área do país, mantendo espécies endêmicas e vulneráveis.

O Parque do Espinilho também pode ser definido, segundo Simas et al. (2002), como um local fisionomicamente composto por árvores pequenas e isoladas, cujas copas não se sobrepõem, sendo possível o crescimento de gramíneas, o que permite ao mesmo tempo o pastoreio e o sombreamento como proteção para o gado. Devido a essa peculiaridade formam florestas do tipo Parque que, conforme Galvão e Marchiori (1985), são ideais para práticas pecuaristas.

No Bosque Chaquenho Argentino, segundo Tálamo et al. (2009), a criação de gado causa modificação da regeneração natural, compactação do solo por pisoteio, dispersão de

sementes de espécies forrageiras, além de estimular o rebrote de raízes de certas espécies e determinar um efeito seletivo na vegetação. Nos últimos anos, de acordo com, Watzlawick et al. (2010), a vegetação de Savana Estépica Parque vem sofrendo intensa antropização, principalmente devido às mudanças no uso da terra, na qual a cobertura vegetal nativa é substituída por pastagens, para o cultivo de grãos, ou mesmo utilizada para o pastoreio de forma intensiva. Esses fatos vêm reduzindo sua área de cobertura nativa, justificando-se assim a necessidade de estudos quanto à dinâmica e estrutura da vegetação nesses locais.

Análise de atributos estruturais da vegetação pode auxiliar no planejamento de cortes seletivos, de modo a manter a tendência natural da distribuição diamétrica, bem como da diversidade de espécies. É possível ainda acrescentar a importância dessa análise, juntamente com avaliações referentes à outros parâmetros fitossociológicos, tais como diversidade, equabilidade, dispersão, análise da estrutura horizontal e vertical, para planos de manejo em Unidades de Conservação, posto que são ferramentas fundamentais para diagnosticar o desenvolvimento da flora.

Conforme Netto (2009) no Brasil, estudos sobre distribuições diamétricas têm sido muito utilizados como ferramenta para o manejo de florestas, sendo também difundido e aplicado por ser um método fácil e eficiente na caracterização de um povoamento. A distribuição da frequência dos indivíduos em classes de altura, segundo Longhi et al. (1999) é outra ferramenta importante utilizada em trabalhos científicos. Com essas análises tem-se a possibilidade de verificar se a floresta apresenta indícios de que manterá sua estrutura, o que contribuiria para a manutenção da dinâmica sucessional. Estudos quanto à estrutura da vegetação em área de Savana Estépica Parque no Brasil são escassos.

Juntamente às avaliações de atributos estruturais, o ajuste das frequências observadas em classes diamétricas permite obter, por meio de uma equação logarítmica, a frequência ajustada, sendo essa um indicativo de como a distribuição diamétrica estaria, caso a floresta avaliada se encontre em equilíbrio (CALLEGARO, 2011, p. 67).

Além disso, estudos de atributos estruturais da comunidade vegetal podem auxiliar na sustentação de uma estrutura balanceada, o que garante conservação da biodiversidade e do ecossistema como um todo.

O presente estudo tem, portanto, a finalidade de contribuir com informações sobre os processos ecológicos para subsidiar práticas de manejo e conservação da vegetação em tese, principalmente quanto à diversidade florística e estrutura da regeneração natural arbórea e arbustiva em área de Savana Estépica Parque, pertencente ao Parque Estadual do Espinilho.



## 4.4 Material e métodos

### 4.4.1 Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi realizado em área pertencente ao Parque Estadual do Espinilho, situado no município de Barra do Quaraí, no extremo sudoeste do Rio Grande do Sul, situado a uma latitude  $30^{\circ}12'26''$  sul e a uma longitude  $57^{\circ}33'17''$  oeste, possui altitude média de 53 m tornando-se o ponto e o município mais ocidental do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). A área total do Parque é de 1.617,14ha.

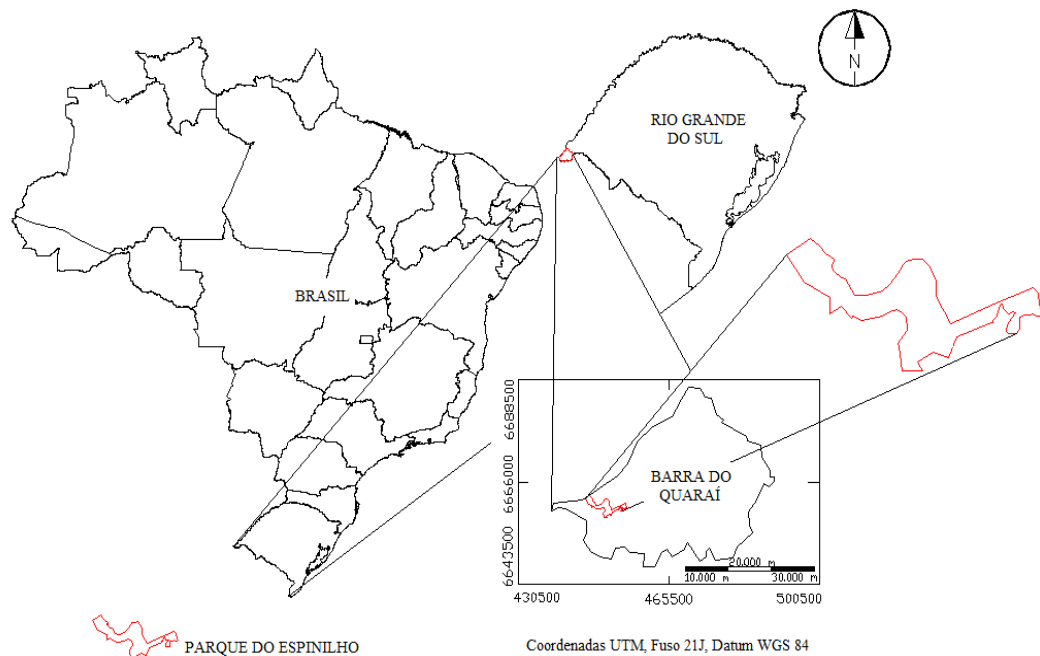


Figura 1 - Localização do município de Barra do Quaraí, Rio Grande do Sul.  
Fonte: AMARAL, L. de P. (2013).

O clima da região, conforme a classificação climática de Köppen é Cfa, subtropical com temperatura média do mês mais quente superior a  $22^{\circ}\text{C}$  e a do mês mais frio entre  $-3^{\circ}\text{C}$  e  $18^{\circ}\text{C}$ . Conforme Almeida (1996) as chuvas são bem distribuídas durante todo o ano com uma média anual variando entre 1300 e 1500 mm, apresentando índices médios mensais superiores a 100 mm, o que não exclui a ocorrência de déficits hídricos nos meses mais quentes. A vegetação natural conforme classificação do IBGE (1992) pertence à região da Savana Estépica Parque, a qual está associada ao xerofitismo (Figura 2).

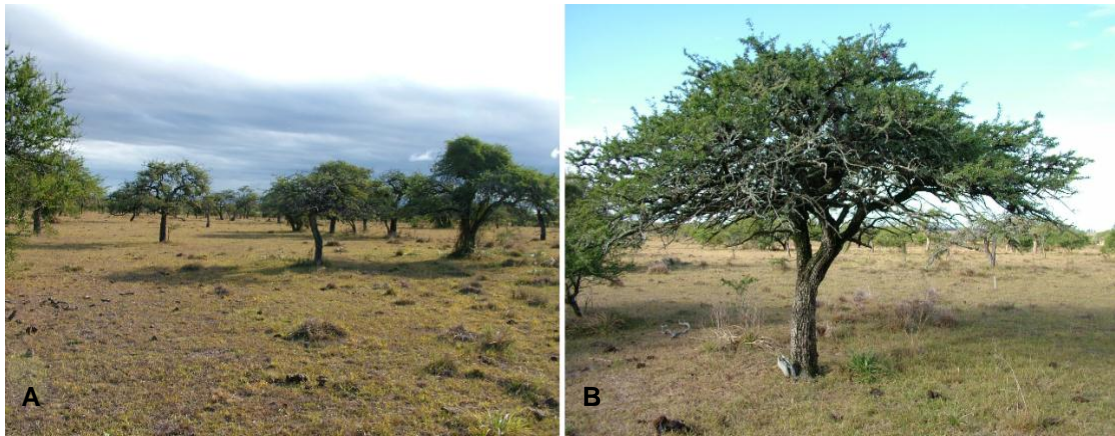


Figura 2 - Vegetação natural de Savana Estépica Parque, Barra do Quaraí, RS (A); Exemplar da espécie *Prosopis affinis* (B) (Barra do Quaraí, RS, 2012. Fotografias de Cristina Gouvêa Redin).

A área assenta-se sobre terrenos quartenários recentes, em contato com litologias da Bacia do Paraná, na região da Campanha gaúcha. Conforme Watzlawick et al. (2010) o solo é do tipo Chernossolos, moderadamente drenado de coloração bruno - escura ou bruno – acinzentada. Na sua grande maioria, para Watzlawick et al. (2010) são utilizados como pastagens naturais e para cultivos agrícolas. Conforme Carraro et al. (1974), as rochas encontradas nessa região são principalmente vulcânicas, da Formação Serra Geral, e sedimentares vinculadas à Formação Botucatu.

Os dados foram coletados em dois fragmentos pertencentes a essa fisionomia vegetal, o primeiro sob influência da atividade pecuária, com pastejo intensivo e o segundo livre da mesma atividade a cinco anos. Vale destacar que os dois fragmentos avaliados encontram-se muito próximos, sendo separados por uma cerca.

#### 4.4.2 Amostragem e coleta de dados

Para coleta e análise dos dados o método de amostragem utilizado foi Método de área fixa, pelo processo de amostragem sistemática com unidade amostrais. Foram instaladas duas unidades amostrais de 20.000 m<sup>2</sup> (2ha), as quais foram subdivididas em 400 subunidades amostrais de área igual à 100m<sup>2</sup>. Cada unidade amostral foi instalada em uma das duas áreas pré determinadas para o estudo. A primeira área sob impacto do pastoreio e a segunda área

isolada do efeito do pastoreio a 5 anos. Os dados referentes à vegetação, tanto regeneração natural como indivíduos adultos, foram coletados de agosto de 2011 a fevereiro de 2012.

Cada unidade amostral foi demarcada em campo com a utilização de balizas (estacas de madeira) e bússola apropriada. Também foi efetivado o georreferenciamento das unidades amostrais e subunidades amostrais utilizando-se GPS de navegação Garmin modelo Etrex Legend, em UTM, Datum South América SAD 69, com precisão Topográfica/Geodésica. Para coleta dos dados referentes à vegetação arbórea e regeneração natural, foram selecionadas 100 subunidades de 100m<sup>2</sup> (10x10 m), tendo entre si uma distância fixa de 10 metros, totalizando 10.000m<sup>2</sup> (1ha) de área amostrada em cada uma das duas unidade amostrais de 2ha.

A vegetação foi dividida em estrato arbóreo e regenerante, de acordo com medidas de diâmetro ao nível do solo (DNS), tomado a 0,3 cm e altura mínima total para ingresso na amostragem. Compõe a regeneração natural indivíduos com altura total mínima de 15 cm e DNS < 8 cm, e o estrato arbóreo indivíduos com medidas de DNS  $\geq$  8 cm.

Dos indivíduos pertencentes à regeneração natural foram coletados os seguintes dados: medidas de DNS e altura total. A altura total foi obtida com uso de fita métrica e o DNS com uso de paquímetro eletrônico. Dos exemplares arbóreos foram coletados dados referentes à altura total e circunferência à 0,30 m de altura, posteriormente convertida em diâmetro. A altura total foi obtida com uso de uma vara graduada, posto que a maioria das espécies, não atinge grandes alturas e cresce de maneira esparsa, o que facilita a visualização. A circunferência à 0,30 m foi obtida com uso de fita métrica. Todos os espécimes foram identificados com utilização de bibliografias especializadas, sendo feita a delimitação das famílias botânicas de acordo com o sistema de classificação APG III (2009).

#### 4.4.3 Análise dos dados

##### 4.4.3.1 Parâmetros fitossociológicos e Intensidade amostral

Foram calculados os parâmetros da estrutura horizontal através das estimativas de densidade, frequência, dominância, valor de importância, valor de cobertura, porcentagem de importância e porcentagem de cobertura de cada espécie amostrada. Os parâmetros fitossociológicos foram calculados separadamente em cada área para regeneração natural e estrato arbóreo, com o auxílio do *software* FITOPAC 2.1 obtendo-se os valores absolutos e relativos de densidade, frequência e dominância.

Conforme Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), a densidade absoluta (DA) informa a densidade, em números de indivíduos por unidade de área, com que a espécie ocorre na floresta, a densidade relativa (DR) informa a participação de cada espécie em relação ao número total de indivíduos de todas as espécies: Os mesmos autores descrevem que a dominância absoluta (DoA) de uma espécie, consiste na soma da área basal de todos os indivíduos da espécie, presentes na amostra e a dominância relativa (DoR), como sendo a porcentagem entre área basal total da espécie e a área basal total por unidade de área:

O parâmetro frequência informa com que assiduidade a espécie ocorre nas unidades amostrais. Assim, maiores valores deste parâmetro indicam que a espécie está bem distribuída horizontalmente ao longo da área amostrada. Foram efetuados cálculos para provimento da frequência absoluta (FA) e frequência relativa (FR). Segundo Galvão (1994) os valores de importância (VI) e cobertura (VC) das espécies resultam da integração dos parâmetros da estrutura horizontal da floresta, combinados em uma única e simples expressão. Os valores de importância se divididos respectivamente por 3, resultam em porcentagem de importância (PI).

A suficiência amostral foi testada por meio da curva de acumulação de espécies. No presente estudo foi utilizado para aleatorização dos dados o plano de reamostragem de Bootstrap. Compõe a análise um número de 1000 aleatorizações. Conforme Rorato (2012) a menor variação do número de novas espécies observadas, com o aumento da amostragem, reduz a distância entre as linhas tracejadas, de modo que ambas se aproximam da linha contínua, caracterizada como a curva espécie-área construída a partir dos dados observados. A análise foi realizada por meio do *software* R Development Core Team (2012), sendo utilizado o pacote estatístico Vegan (Oksanen et al., 2011) para obtenção dos gráficos.

#### 4.4.3.2 Composição florística, diversidade e similaridade

A composição florística foi quantificada de acordo com cada espécie, gênero e família botânica, cujos dados foram organizados em planilhas específicas utilizando o *software* Microsoft Office Excel 2007. As estimativas de diversidade e equabilidade de espécies foram determinadas por meio de índices fitossociológicos, calculados no *software* FITOPAC 2.1. Para determinação da diversidade específica e equabilidade de espécies, foram utilizados os seguintes índices: índice de Diversidade de Shannon ( $H'$ ) e índice de Equabilidade de Pielou ( $J'$ ). Segundo Felfili e Rezende (2003), o índice de Shannon (item 1) geralmente varia de 1,5 a 3,5 nat. por indivíduo, podendo chegar a valores próximos de 4,5 nat. por indivíduo. Os

valores de  $H'$  próximos a 1,5 indicam baixa diversidade, em contraponto aos valores próximos de 4,5 que indicam alta diversidade.

O índice de Equabilidade de Pielou (item 2) é o mais comumente utilizado dentro da categoria equidade, e mede a proporção da diversidade observada com relação à máxima diversidade esperada. O valor deste índice varia de 0 a 1, sendo que, quando atingir o valor 1, significa que todas as espécies são igualmente abundantes .

$$H' = -\sum pi \times \ln pi \quad (1)$$

$$J' = \left( \frac{H'}{H'_{máx}} \right) \quad (2)$$

Em que:

$pi = ni / N$  - é a estimativa da proporção de indivíduos encontrados para espécie  $i$ ;

$ni$  = número de indivíduos da espécie  $i$ ;

$N$  = número total de indivíduos da amostra;

$\ln$  = logaritmo neperiano

$H'_{máx} = \ln(S)$ , sendo  $S$  o número total de espécies da amostra.

Para a verificação da similaridade florística entre as duas áreas, calculou-se o índice de similaridade de Jaccard (item 3). Este índice varia de 0 a 1, onde 1 indica máxima similaridade florística entre os objetos comparados, ou seja, todas as espécies pertencentes a uma amostra (X1) também pertencem a outra amostra (X2).

$$Sj = c / (a + b + c) \quad (3)$$

Em que:

$Sj$  = Similaridade de Jaccard;

$c$  = número de espécies comuns entre duas unidade amostrais;

$a$  = número de espécies presentes na unidade amostral 1 e ausente na 2;

$b$  = número de espécies ausentas na unidade amostral 1 e presentes na 2.

#### 4.4.3.3 Estrutura Diamétrica e Hipsométrica

A estrutura diamétrica dos indivíduos seguiu o procedimento de Spiegel e, a partir deste procedimento, os indivíduos foram distribuídos em classes de diâmetro, com intervalo fixo entre classes. As frequências por classe de diâmetro foram ajustadas através de regressão linear simples pela equação de Meyer, sendo os pares de dados  $X$  o centro de classe e  $Y$  a

frequência da classe. O intervalo entre as classes foram determinados pela fórmula de Sturges (item 4):

$$IC = A / (1 + 3,3 \log N) \quad (4)$$

Em que:

IC = Intervalos de classe

A = Amplitude das frequências

N = Número total de indivíduos

Seguindo-se o procedimento de Spiegel, descrito por Felfili e Rezende (2003) foi analisada a estrutura hipsométrica da vegetação existente em ambas as unidades amostrais, sendo os indivíduos distribuídos em classes de altura, com intervalo fixo entre classes. O valor de altura utilizado para as análises foi obtido pela média aritmética do limite inferior e do limite superior de cada classe de altura. As análises feitas para estrutura diamétrica e hipsométrica, bem como os gráficos apresentados, foram feitos, por meio do *software* Microsoft Office Excel 2007. As árvores mortas foram incluídas na obtenção dos valores de densidade e área basal para as classes de altura e diâmetro.

## 4.5 Resultados e discussão

### 4.5.1 Caracterização florística e fitossociológica

Considerando o componente arbóreo e regeneração natural em área com pastoreio, foram encontrados 409 indivíduos, seis espécies, distribuídas em seis diferentes gêneros e cinco famílias botânicas (Tabela 1). Pode-se também registrar a ocorrência em grande quantidade de duas cactáceas, *Opuntia bonaerensis* Speg. e *Cereus hildmannianus* K. Schum., bem como das seguintes epífitas: *Tillandsia duratii* Vis., *Tillandsia ixioides* Griseb., *Tillandsia recurvata*(L). L, *Tillandsia stricta* Sol. A maioria das espécies presentes no estrato herbáceo, pertence às famílias: Poaceae, Oxalidaceae, Asteraceae, Cyperaceae e Fabaceae.

Em área protegida da atividade pastoril, considerando componente arbóreo e regeneração natural, foram encontradas oito espécies, distribuídas em oito diferentes gêneros e sete famílias botânicas (Tabela 1), além de exemplares mortos, totalizando 212 indivíduos. Registrou-se ainda a ocorrência de *Passiflora caerulea* L., das epífitas: *Tillandsia duratii* Vis., *Tillandsia ixioides* Griseb., *Tillandsia recurvata*(L). L, *Tillandsia stricta* Sol. e *Tillandsia tricholepis* Baker., e de espécies arbustivas pertencentes à família Asteraceae, indicando

progresso de processos sucessionais, marcado por um estrato herbáceo/arbustivo mais denso, não presente na área com pastoreio. Espécies pertencentes à família Cactaceae também não foram observadas nessa área de estudo.

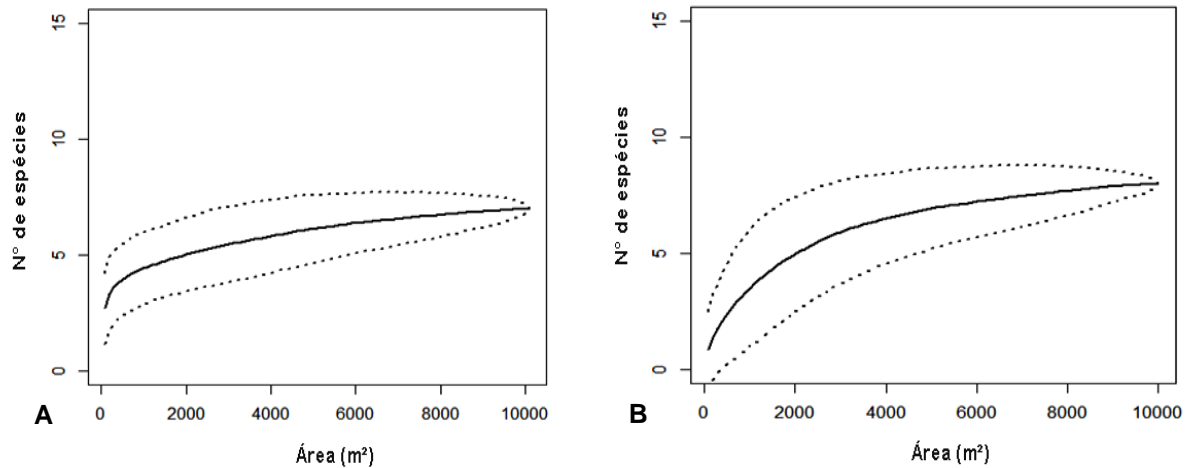
Tabela 1 – Espécies encontradas no estrato arbóreo e regenerante de Savana Estépica Parque em área com pastoreio (A1) e sem pastoreio (A2), Barra do Quaraí, RS, 2012.

<b>A1 - Área com pastoreio</b>			
<b>Nome científico</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>Família</b>	<b>Estrato</b>
<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook) Tronc.	garupá	Verbenaceae	reg.
<i>Celtis ehrenbergiana</i> (Klotzsch) Liebm.	taleira	Cannabaceae	reg.
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	aguaí-leiteiro	Sapotaceae	reg.
<i>Prosopis affinis</i> Spreng.	inhanduvá	Fabaceae	arb. e reg.
<i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabrera	aroeira-de-espinhos	Anacardiaceae	reg.
<i>Vachellia caven</i> (Molina) Seigler & Ebinger	espinilho	Fabaceae	arb. e reg.
<b>A2 - Área sem pastoreio</b>			
<b>Nome científico</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>Família</b>	<b>Estrato</b>
<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook) Tronc.	garupá	Verbenaceae	arb. e reg.
<i>Celtis ehrenbergiana</i> (Klotzsch) Liebm.	taleira	Cannabaceae	arb. e reg.
<i>Chrysophyllum marginatm</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	aguaí-leiteiro	Sapotaceae	reg.
<i>Prosopis affinis</i> Spreng.	inhanduvá	Fabaceae	arb. e reg.
<i>Sapium haematospermum</i> Müll.Arg.	toropi	Euphorbiaceae	arb. e reg.
<i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabrera	aroeira-de-espinhos	Anacardiaceae	reg.
<i>Solanum</i> sp. L.		Solanaceae	arb. e reg.
<i>Vachellia caven</i> (Molina) Seigler & Ebinger	espinilho	Fabaceae	arb. e reg.

Em que: arb – Estrato arbóreo e reg – Estrato regenerante

A curva de acumulação de espécies (Figura 3A) para área de pastagem, obtida a partir do conjunto das 100 subunidades estudadas demonstra estabilização, evidenciada a partir de 9.000 m<sup>2</sup> amostrados, correspondentes à 90 subunidades, sendo portanto a intensidade amostral suficiente para representar a florística da área. Pode-se notar que há reduzida amplitude de variação do desvio padrão representado pelas linhas tracejadas. A média resultou em 6,87 e as variações do desvio padrão ficaram entre 6 e 7. A curva de acumulação de espécies para área protegida (Figura 3B) demonstra estabilização a partir de 9.000 m<sup>2</sup> amostrados, bem como a análise realizada para área com pastoreio. Logo a intensidade amostral foi suficiente para representar a florística da área. Há reduzida amplitude de variação

do desvio padrão representado pelas linhas tracejadas. A média resultou em 7,89 e as variações do desvio padrão ficaram entre 7 e 8.



Sendo: Linha contínua – curva de acumulação de espécies; Linha tracejada – amplitude de variação no acúmulo de espécies.

Figura 3 - Curva de acumulação de espécies considerando a vegetação em 100 subunidades amostrais, totalizando 10000m<sup>2</sup> (1 hectare) em área com pastoreio (3A) e área sem pastoreio (3B), Barra do Quaraí, RS, 2012.

Foi calculada a estrutura horizontal para ambas as áreas de estudo, separadamente para regeneração natural e estrato arbóreo. Para o componente arbóreo em área sob pastoreio, foi realizada análise das somente duas espécies ocorrentes, ambas representantes da família Fabaceae, que juntas somam 109 indivíduos (Tabela 2). Em área preservada foram encontradas no componente arbóreo seis espécies, pertencentes a cinco famílias botânicas, perfazendo 86 indivíduos, a família melhor representada, bem como em área com pastoreio, foi Fabaceae com duas espécies (Tabela 2).

Nos resultados referentes à ambas às áreas para o estrato arbóreo, pode-se observar a dominância evidente de *Prosopis affinis* Spreng. em comparação à *Vachellia caven* (Molina) Seigler & Ebinger. As duas espécies atingiram resultados de porcentagem de importância (PI) respectivamente, em área de pastagem iguais a 96,36% e 3,64% e em área protegida iguais à 82,04% e 3,35%. Resultado semelhante foi observado por Galvani e Baptista (2003), bem como por Santos (1991). Os autores destacam a ampla distribuição de *P. affinis* e *P. nigra*, no



estrato arbóreo dentro dos limites do Parque do Espinilho, onde compreendem quase que a totalidade dos indivíduos, conferindo ao Parque sua conhecida fisionomia.

Em conformidade, Marchiori e Longhi (1985), afirmam ser *P. affinis*, a espécie mais importante da associação vegetal em tese. Conforme Antezana et al. (2000) o gênero *Prosopis* é característico de zonas secas, tais como o Chaco argentino, possuem propriedades freatófitas o que lhe confere particular valor ecológico, podendo ocupar áreas com índices pluviométricos muito baixos, formando dessa maneira ecossistemas particulares, como a exemplo da Savana Estépica Parque estudada.

Tabela 2 - Dados estruturais de espécies pertencentes ao estrato arbóreo de Savana Estépica Parque em área com pastoreio (A1) e sem pastoreio (A2), Barra do Quaraí, RS, 2012.

A1										
Espécies	Ind.	DA(ind./ha)	DR(%)	FA(%)	FR(%)	DoA(m <sup>2</sup> /ha)	DoR(%)	IVI(%)	IVC(%)	PI(%)
<i>Prosopis affinis</i>	103	162,90	96,19	96,77	93,75	7,29	99,13	289,07	195,32	96,36
<i>Vachellia caven</i>	6	6,50	3,81	6,45	6,25	0,06	0,87	10,93	4,68	3,64
	<b>109</b>	<b>169,40</b>	<b>100</b>	<b>103,22</b>	<b>100</b>	<b>7,35</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>200</b>	<b>100</b>
A2										
Espécies	Ind.	DA(ind./ha)	DR(%)	FA(%)	FR(%)	DoA(m <sup>2</sup> /ha)	DoR(%)	IVI(%)	IVC(%)	PI(%)
<i>Prosopis affinis</i>	69	151,10	80	88,89	75,47	12,8	90,7	246,14	170,66	82,04
Morta	3	6,70	3,53	6,67	5,66	0,55	3,94	13,13	7,47	4,38
<i>Sapium haematospermum</i>	3	6,70	3,53	6,67	5,66	0,33	2,37	11,56	5,90	3,85
<i>Vachellia caven</i>	3	6,70	3,53	6,67	5,66	0,12	0,87	10,06	4,40	3,35
<i>Aloysia gratissima</i>	3	6,70	3,53	4,44	3,77	0,12	0,85	8,15	4,38	2,72
<i>Solanum sp</i>	3	6,70	3,53	2,22	1,89	0,12	0,84	6,26	4,37	2,09
<i>Celtis ehrenbergiana</i>	2	4,40	2,35	2,22	1,89	0,06	0,45	4,69	2,81	1,56
	<b>86</b>	<b>189</b>	<b>100</b>	<b>117,78</b>	<b>100</b>	<b>14,10</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>200</b>	<b>100</b>

Em que: A1 – área com pastoreio; A2 – área sem pastoreio; DA – densidade absoluta; DR – densidade relativa; FA – frequência absoluta; FR – frequência relativa; DoA – dominância absoluta; DoR – dominância relativa; VI – valor de importância; VC – valor de cobertura; PI – porcentagem de importância.

Os resultados expressos pelo índice de Diversidade de Shannon para estrato arbóreo em área de pastagem e para área excluída do pastoreio foram respectivamente de 0,162 nat. por indivíduo explicado pela ocorrência de apenas duas espécies, e 0,857 nat. por indivíduo. Apesar de haver diferenças entre os resultados, as duas áreas apresentaram valores baixos para diversidade.

A diversidade vegetal em Savana Estépica Parque é caracteristicamente baixa, posto que o habitat é provido de peculiaridades climáticas e edáficas, justificando a existência de

poucas espécies altamente adaptadas a esses ambientes. Em concordância com os resultados encontrados, Watzlawick et al. (2010) encontraram no Parque Estadual do Espinilho, apenas quatro espécies compondo o estrato arbóreo, destacando-se entre essas as pertencentes à família Fabaceae, o índice de Shannon para o mesmo estudo resultou em 0,71 nativas por indivíduo.

A equabilidade de indivíduos estimada pelo índice de Pielou apresentou resultados iguais a 0,233 e 0,44, para área de pastagem e excluída do pastoreio, respectivamente, admitindo a forte dominância de uma espécie sobre as demais no componente arbóreo, em ambos os casos, há dominância de *P. affinis* sobre *V. caven*.

Avaliando a regeneração natural, pode-se constatar um pequeno aumento de entidades taxonômicas em comparação ao estrato arbóreo para as duas áreas de estudo, interferindo inclusive nos resultados de diversidade. Em área sob impacto do pastoreio foram encontradas seis diferentes espécies e cinco famílias botânicas, contrastando com o resultado evidenciado para o estrato arbóreo, composto por apenas duas espécies. Já para área protegida do pastoreio foram encontradas oito espécies, distribuídas em oito gêneros e sete famílias botânicas.

Os resultados expressos pelo índice de Diversidade de Shannon para estrato regenerante em área com pastoreio e excluída do pastoreio foram respectivamente de 0,840 nat. por indivíduo e 1,216 nat. por indivíduo. Permanecendo ainda valores correspondentes à diversidade característica da fisionomia vegetal em tese, composta por poucas espécies. As análises realizadas para estimativa dos parâmetros fitossociológicos da estrutura horizontal da regeneração natural mostram que as áreas diferem em termos de dominância de espécies. Em área com pastoreio (Tabela 3) *V. caven* mostrou ser a espécie mais frequente, enquanto que em área protegida (Tabela 3) *P. affinis* foi a melhor representada em termos de exemplares.

O cálculo do Índice de Equabilidade de Pielou resultou em valores de 0,418 e 0,585, respectivamente para com pastoreio e sem pastoreio, indicando dominância de uma ou poucas espécies na comunidade estudada. É contrastante o número de indivíduos pertencentes à *P. affinis*, adultos e regenerantes, em área com pastoreio, respectivamente 103 e 30. Foram encontrados valores de PI concomitantemente para o componente arbóreo e regenerante: 97,66% e 9,05%, fato que indica problemas na germinação e desenvolvimento de seus jovens exemplares.

Em oposto à *P. affinis* a espécie *V. caven*, predomina na regeneração de área com pastoreio, apresentando valor de PI igual à 80,61% e um número de indivíduos igual à 227, enquanto que no estrato arbóreo está representada por apenas 6 exemplares. Semelhante aos resultados encontrados, um estudo realizado por Hahn-Hadjali et al. (2006) em áreas de

pastagens em Savana Africada, comprovou menor uniformidade de indivíduos entre espécies arbóreas, em decorrência de poucas espécies generalistas dominantes, favorecidas pelo pastejo. No entanto, deve-se considerar o fato de *V. caven* apresentar pequeno porte, o que influi em suas medidas de diâmetro. Conforme Galvão e Marchiori (1985), essa espécie atinge normalmente alturas entre 2 e 5 metros, é encontrada raramente com mais de 10 metros.

Tabela 3 - Dados estruturais de espécies pertencentes ao estrato regenerante de Savana Estépica Parque em área com pastoreio e sem pastoreio. Barra do Quaraí, RS, 2012.

A1										
Espécies	Ind.	DA(ind./ha)	DR(%)	FA(%)	FR(%)	DoA(m <sup>2</sup> /ha)	DoR(%)	IVI(%)	IVC(%)	PI(%)
<i>Vachellia caven</i>	227	249,5	75,67	86,81	65,83	0,15	85,55	227,05	161,22	75,68
<i>Celtis ehrenbergiana</i>	36	39,6	12	20,88	15,83	0,02	9,11	36,95	21,11	12,31
<i>Prosopis affinis</i>	30	33	10	16,48	12,5	0,01	4,66	27,16	14,66	9,05
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	3	3,3	1	3,3	2,5	0	0,15	3,65	1,15	1,22
<i>Aloysia gratissima</i>	2	2,2	0,67	2,2	1,67	0	0,5	2,83	1,16	0,95
<i>Schinus polygamus</i>	1	1,1	0,33	1,1	0,83	0	0,03	1,2	0,36	0,4
Morta	1	1,1	0,33	1,1	0,83	0	0	1,17	0,33	0,39
	<b>300</b>	<b>329,8</b>	<b>100</b>	<b>131,8</b>	<b>100</b>	<b>0,18</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>200</b>	<b>100</b>
A2										
Espécies	Ind.	DA(ind./ha)	DR(%)	FA(%)	FR(%)	DoA(m <sup>2</sup> /ha)	DoR(%)	IVI(%)	IVC(%)	PI(%)
<i>Prosopis affinis</i>	79	168	63	72,3	57,6	0,51	72,3	193,08	135,45	64,36
<i>Aloysia gratissima</i>	24	48,9	18	17	13,6	0,07	10,3	42,25	28,69	14,083
<i>Sapium haematospermum</i>	6	12,8	4,8	10,6	8,47	0,06	7,92	21,19	12,72	7,063
<i>Vachellia caven</i>	6	12,8	4,8	10,6	8,47	0,05	6,42	19,7	11,22	6,563
<i>Celtis ehrenbergiana</i>	5	10,6	4	6,38	5,08	0,01	2	11,08	6	3,693
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	2	4,3	1,6	4,26	3,39	0,01	0,84	5,83	2,44	1,943
<i>Solanum sp</i>	3	6,4	2,4	2,13	1,69	0	0,14	4,23	2,54	1,41
<i>Schinus polygamus</i>	1	2,1	0,8	2,13	1,69	0	0,14	2,64	0,94	0,877
	<b>126</b>	<b>265,9</b>	<b>100</b>	<b>125,4</b>	<b>100</b>	<b>0,71</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>200</b>	<b>100</b>

Em que: A1 – área com pastoreio; A2 – área sem pastoreio; DA – densidade absoluta; DR – densidade relativa; FA – frequência absoluta; FR – frequência relativa; DoA – dominância absoluta; DoR – dominância relativa; VI – valor de importância; VC – valor de cobertura; PI – porcentagem de importância.

Em área protegida do pastoreio, há predominância de *P. affinis*, tanto no estrato arbóreo como regenerante, sendo em ambos os casos a espécie com maiores valores de porcentagem de importância (PI). A maior frequência de *P. affinis* na regeneração natural excluída do pastoreio e no estrato arbóreo de ambas as áreas, confirma a importância dessa espécie em Savana Estépica Parque.

Foram encontrados 69 e 79 representantes de *P.affinis* no componente arbóreo e regenerante em área protegida. Ao contrário dos resultados evidenciados para essa espécie, os exemplares de *V.caven* são raros no estrato arbóreo e em regeneração natural da mesma área, perfazendo apenas 3 e 6 indivíduos respectivamente. No tocante à composição florística da área, deve-se levar em consideração que a espécie *Aloysia gratissima* é considerada arbustiva, não atingindo grandes diâmetros.

Para o estrato arbóreo, de área com e sem pastoreio, respectivamente, a densidade de indivíduos por hectare foi igual à 169 e 189. Enquanto que na regeneração natural esses valores foram iguais à 329 e 266 indivíduos por hectare, não apresentando grandes variações. Trabalhos realizados na mesma fisionomia relatam resultados semelhantes para densidade de indivíduos arbóreos, Marchiori et al. (1985), Araujo et al. (2008) e Watzlawick et al. (2010), registraram respectivamente 339, 246 e 145 indivíduos por hectare, evidenciando a variabilidade numérica de árvores em Savana Estépica Parque.

A baixa densidade arbórea é esperada nessa vegetação do tipo Parque, devido principalmente à natureza heliófila dos táxons ocorrentes. Conforme Galvão e Marchiori (1985) as espécies pertencentes à essa fisionomia são ávidas por luz, adotando por esse motivo, um padrão não agregado de desenvolvimento, crescem afastadas, não ocorrendo desse modo, sobreposição das copas e dando ao estrato herbáceo, oportunidades de desenvolvimento em condições adequadas de luminosidade.

#### 4.5.2 Caracterização de atributos estruturais

A distribuição dos exemplares arbóreos e regenerantes pertencentes ao fragmento de Savana Estépica Parque sob a ação do pastoreio, não apresentou a habitual forma de “J invertido”, esperado para estrutura de florestas naturais (Figura 4A). Os indivíduos foram distribuídos em dez classes de diâmetro, utilizando-se intervalos de 4,41 cm determinados pela fórmula de Sturges. É possível evidenciar, que apesar de ocorrerem maiores frequências de indivíduos nas menores classes de diâmetro, essas frequências estão coligadas em grande parte apenas na primeira classe (280 indivíduos), sofrendo grande queda já na segunda classe (20 indivíduos). Do total de 409 exemplares, 68,46 % concentram-se somente na primeira classe.

Conforme os dados coletados em área de pastagem, contabilizou-se menor frequência de *P. affinis* nas menores classes de diâmetro, contrastando com as frequências observadas de *V. caven* nas mesmas classes. A primeira espécie apresenta 85,65 % a menos de indivíduos

que *V. caven* na primeira classe e 94,44 % a menos na segunda classe. Também está sendo representada a frequência ajustada por classe de diâmetro obtida pela equação de Meyer, expressa por:  $N_i = e^{(4,694603586 - 0,095096381 * di)}$  (Figura 4C). Essa equação apresentou ajuste razoável com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual a 0,66. ( $di$  = centro de classe de diâmetro).

Em área protegida do pastoreio, a distribuição dos indivíduos pertencentes à vegetação arbórea e regenerante, apresentou a forma de “J invertido”, esperado para estrutura de florestas naturais, destacando a tendência exponencial negativa das comunidades arbóreas naturais (Figura 4B). Utilizando-se intervalo de classes de 6,02 cm, determinados pela fórmula de Sturges, os 212 indivíduos foram distribuídos em dez classes. Em conformidade com os resultados apresentados, em estudo realizado por Watzlawick et al. (2010), também no Parque Estadual do Espinilho, a estrutura diamétrica revelou que a comunidade arbórea é composta principalmente por pequenas árvores, cujo número de indivíduos diminui para as classes de maior diâmetro, seguindo o modelo “J invertido”, característico de populações inequiâneas.

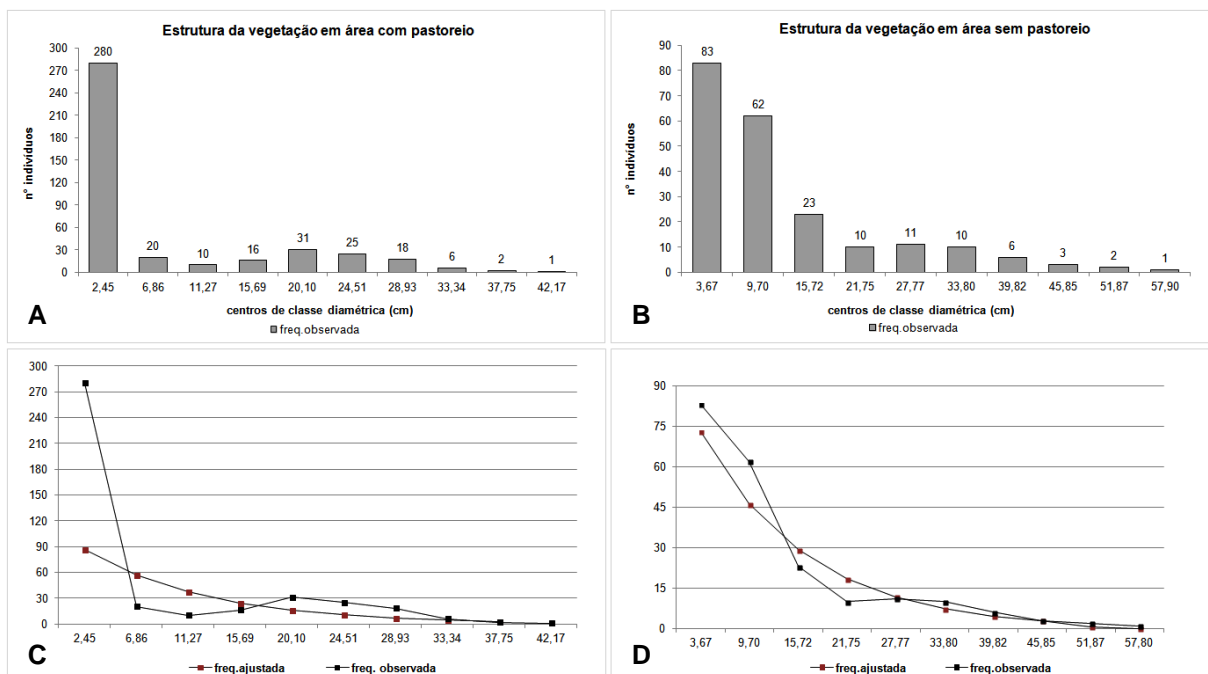


Figura 4 - Frequências observadas e frequência ajustada x frequências observadas em classes diamétricas de vegetação de Savana Estépica Parque, em área com pastoreio (A, C) e em área sem pastoreio (B, D), Barra do Quaraí, RS, 2012.

A distribuição do número de indivíduos por classe de diâmetro mostrou uma maior concentração nas menores classes, a maior frequência pode ser vista na primeira classe com diâmetro central em 3,67 cm, contribuindo com 83 indivíduos, 39,34 % do total. Na segunda classe, com diâmetro central em 9,70 cm, houve um decréscimo de 21 indivíduos. Pode-se constatar uma diminuição menos abrupta que em área de pastagem da primeira para as demais classes, e ausência de *V. caven* nas cinco últimas classes, de acordo com a quantificação dos dados.

Analisando uma área de preservação anteriormente utilizada para pecuária e manejada pelo fogo Barchuk e Díaz (1999), evidenciaram na análise da estrutura diamétrica eventos passados marcados por alta mortalidade de indivíduos. O que também está implícito nos resultados encontrados para o presente estudo, em especial para a regeneração de *P. affinis*, já que a área está isolada há somente cinco anos. No mesmo estudo, realizado por Barchuk e Díaz (1999) na província de Córdoba, Argentina, foram encontrados resultados semelhantes aos de *P. affinis*, para a estrutura diamétrica de regeneração natural da espécie *Aspidosperma quebracho-blanco*, em área submetida ao pastoreio. A densidade de indivíduos, segundo os mesmos autores, concentrou-se apenas na primeira classe de diâmetro, havendo uma diminuição abrupta para as outras classes.

Na Figura 4D, está sendo representada a frequência ajustada por classe de diâmetro obtida pela equação de Meyer, expressa por:  $Ni = e^{(4,568515356 - 0,076067826 * di)}$ , (di = centro de classe de diâmetro), confirmando a tendência exponencial negativa. Essa equação apresentou um bom ajuste com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual a 0,96.

Pode ser observado, de acordo com a divergência entre frequência observada e ajustada, que a comunidade vegetal em área protegida do pastoreio, apresenta melhor estrutura que a vegetação em área de pastagem. Para Felfili et al. (1998), as discrepâncias entre taxas de mortalidade e recrutamento, observadas em uma estrutura não balanceada, podem ocasionar mudanças na estrutura da floresta. A partir disso, fica implícito que ocorreram mudanças estruturais mais significativas na vegetação em área com pastoreio, provavelmente devido à ação perturbatória dos animais pastadores.

Quanto à análise da estrutura hipsométrica, é possível observar que a vegetação da área de pastagem (Figura 5A), não apresenta tendência à distribuição normal com assimetria negativa, indicando eventos de perturbação devido à presença do pastoreio. A altura média da vegetação foi de 2,54 metros.

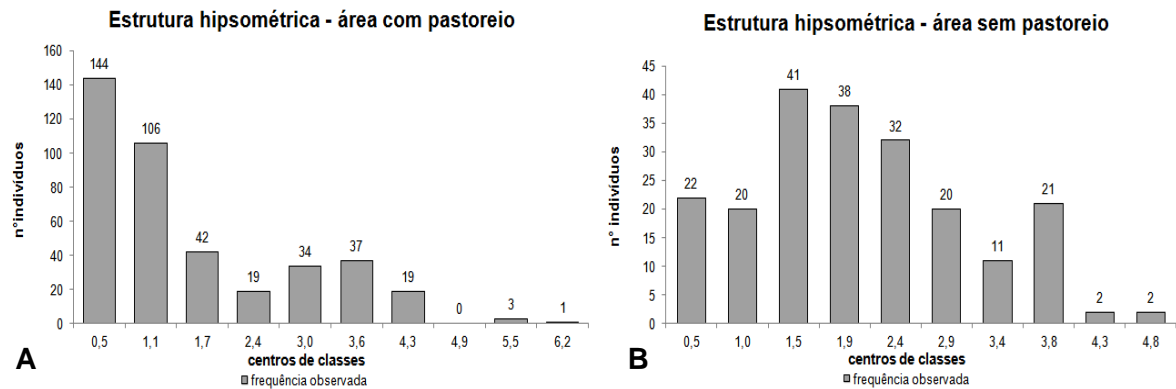


Figura 5 - Estrutura hipsométrica da vegetação de Savana Estépica Parque, em área com pastoreio (A) e em área sem pastoreio (B). Barra do Quaraí, RS, 2012.

Em contrapartida, a estrutura hipsométrica da área protegida do pastoreio (Figura 5B) apresenta tendência à distribuição normal com assimetria negativa, concentrando a maior parte dos indivíduos em classes de alturas médias a baixas. Para avaliação dos resultados referentes à distribuição das alturas, vale destacar que a altura média da vegetação foi de 2,21 metros, indicando maiores frequências de indivíduos nas menores classes.

#### 4.5.3 Análise comparativa

Foram encontradas ao todo oito espécies nas duas áreas de estudo, sendo Fabaceae a família melhor representada. É válido ressaltar que a não observância de *Aspidosperma quebracho-blanco* e *Parkinsonia aculeata*, espécies também características dessa vegetação, pode ser explicada respectivamente pela sua ocorrência restrita a pequenas áreas do Parque, não figurando na amostragem e pela preferência por ambientes mais úmidos (Marchiori e Longhi 1985), também não coincidindo com as condições do local de estudo.

Existem diferenças significativas evidenciadas na regeneração natural das áreas (com e sem pastoreio), principalmente quanto à composição de espécies e atributos estruturais. Influências da herbivoria, conforme Pillar (1994), alteram as condições em que plantas interagem numa comunidade, assim, por exemplo, a competição entre duas plantas poderá ser afetada se uma delas for selecionada por um herbívoro pastador e a outra não. Nesse mesmo contexto, White (1971 apud BOLDRINI, 1996), citam que a composição florística de um local, pode ser função de um determinado regime de distúrbios, fato que concorda com os resultados apresentados.

Quanto à diversidade e equabilidade não foram registradas grandes diferenças numéricas entre as duas áreas de estudo. Porém a dominância de espécies, confirmada pelos resultados de equabilidade mostram que dois táxons se destacam em termos de frequência na regeneração natural: *V. caven* e *P. affinis*, respectivamente para área de pastagem e excluída do pastoreio, evidenciando diferenças na composição florística entre áreas.

Modificações na florística, com substituição de formas de crescimento dominante e evidência de espécies beneficiadas pela exclusão ou pelo pastoreio são apontadas em Boldrini e Eggers (1996). Algumas espécies pertencentes principalmente ao gênero *Acacia*, segundo Cabrera (1971) indicam excesso de pastoreio, fato que adere aos dados demonstrados no presente estudo, referente à dominância de *V. caven*, antiga *Acacia caven*, na regeneração natural de área sob impacto da pecuária extensiva.

Em oposto aos resultados encontrados para *V. caven*, existe baixa representação de *P. affinis* na regeneração natural de área sob impacto do pastoreio, o que pode ser justificado, como já observado por Marchiori e Longhi (1985), pela ação do pastejo, dificultando severamente o desenvolvimento dos indivíduos jovens dessa espécie.

Segundo Giménez et al. (2003), o impacto ambiental causado em áreas de distribuição natural do gênero *Prosopis* pela criação de gado e o emprego do fogo no manejo de pastagens, está acarretando grandes danos a essa vegetação, como a invasão por espécies arbustivas espinhosas do gênero *Acacia*, *Celtis* e *Mimosa*, recusadas pelo gado.

Deve-se considerar, entretanto, que a grande frequência de *V. caven* foi observada recentemente, após exclusão dos ruminantes de uma área reservada para preservação, pertencente aos domínios do Parque Estadual do Espinilho. Diminuindo dessa forma o espaço livre para pastagens e conseqüentemente aumentando a densidade de animais sobre uma determinada porção de hectares, já que foi mantido o mesmo número de cabeças.

O gênero *Acacia*, conforme Aronson (1992), de origem Pantropical, ocorre principalmente em savanas neotropicais e africanas. De acordo ainda com o mesmo autor na América do Sul, uma espécie pertencente ao gênero parece ter se espalhado relativamente para outras regiões biogeográficas, a *Acacia caven*, conhecida atualmente como *Vachellia caven*, encontrada em várias partes do estado, e em especial no Parque do Espinilho, demonstrando alta adaptabilidade ambiental.

Nesse contexto, Milchunas et al. (1988 apud BOLDRINI e EGGERS, 1996), relatam que a diversidade florística é menor em locais onde a intensidade de pastejo é baixa, devido às poucas espécies cespitosas dominantes, em pastejo moderado a diversidade é alta, devido às diferentes formas de crescimento, resultando em uma vegetação do tipo mosaico e a



diversidade declina novamente com o pastejo pesado. O que também concorda com os eventos ocorridos na vegetação estudada.

Após a retirada do pastoreio, além do aumento da frequência de exemplares de *P. affinis* em regeneração natural, observou-se ainda o desenvolvimento de um denso estrato herbáceo/arbustivo, configurando progresso nos estágios sucessionais (Figura 6B) o que, segundo Bertiller (1992), é comum em áreas protegidas e está relacionado com a ausência do elemento de distúrbio e com a substituição de formas de vida dominante. Estágios sucessionais mais tardios, segundo Pillar (1994) são compostos por espécies mais capazes de competir por luz do que espécies que compuseram a comunidade em estágios iniciais.

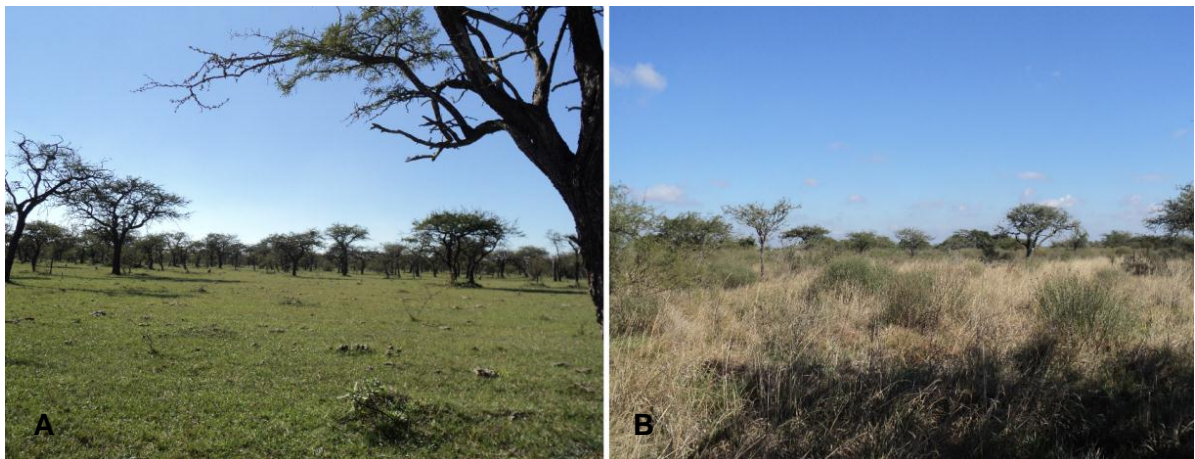


Figura 6 - Estrato herbáceo em área com pastoreio (A) e estrato herbáceo/arbustivo em área protegida (B). Barra do Quaraí, RS, 2012.

Tal fato, provavelmente, vincula-se à diminuição de *V. caven* na área excluída do pastoreio, interferindo severamente na penetração de luz, proporcionando equilíbrio térmico ao solo e evitando desse modo, choques de temperatura e conseqüentemente superação da dormência de algumas espécies recalcitrantes, que necessitam desse evento para iniciarem a germinação.

Conforme Moraes et al. (2012), é comum a dormência tegumentar em leguminosas. Para sementes armazenadas de *V. caven* é necessário intervir para superação da dormência, Galvão e Marchiori (1985) indicam o uso de água fervente, como método eficiente nesse aspecto, proporcionando desse modo o choque térmico, naturalmente advindo por meio da luz solar incidente sobre a superfície do solo.

Na área com presença de atividade pastoril *V. caven*, com 227 exemplares, mostra estar bem representada em nove, das dez classes diamétricas, feitas para a regeneração natural das duas espécies em evidência, ao contrário de *P. affinis*, com 30 exemplares, ocorrendo em seis classes (Figura 7A). Já na área protegida do pastoreio, observa-se notável diminuição de *V. caven*, com apenas seis indivíduos, paralelamente ao aumento da frequência de *P. affinis*, representado por 79 indivíduos (Figura 7B), o qual se faz presente em todas as dez classes diamétricas analisadas para regeneração natural de área protegida.

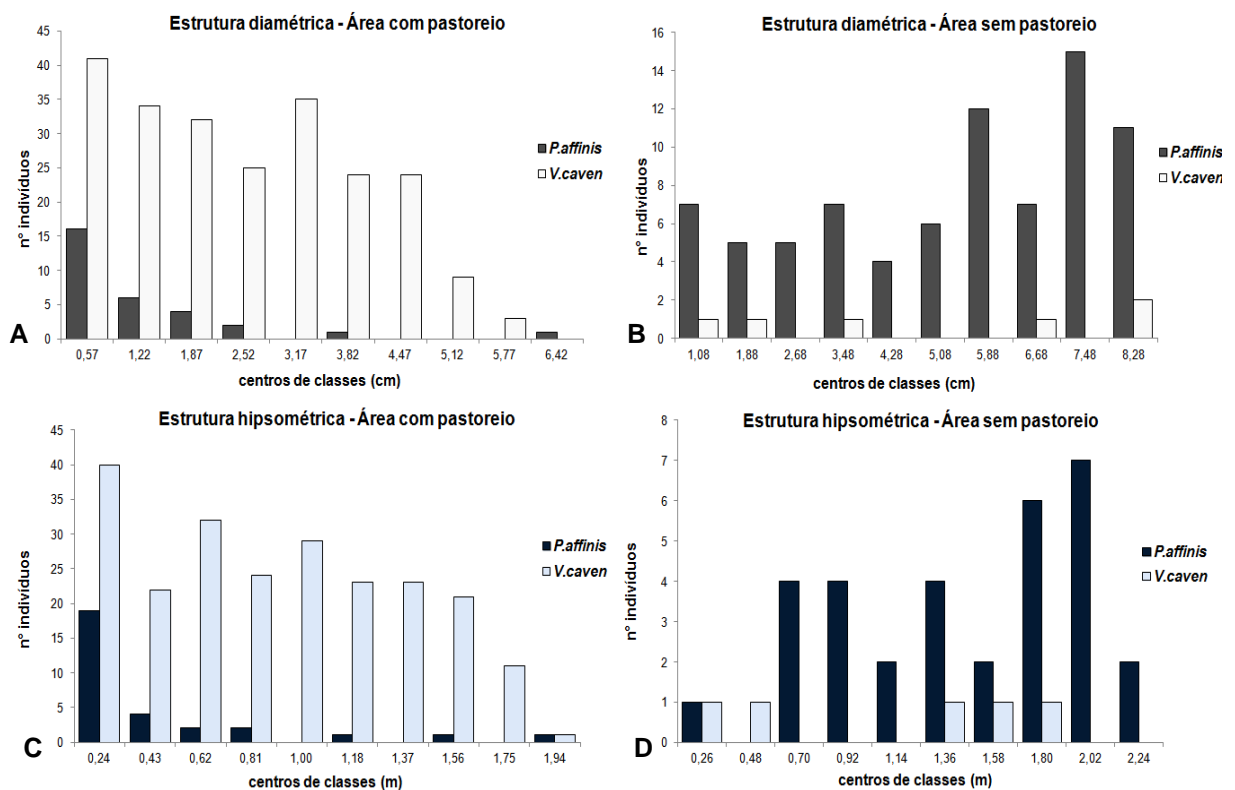


Figura 7 - Estruturas diamétrica de *P. affinis* e *V. caven* em regeneração natural de área com pastoreio (A) e área sem pastoreio (B); estruturas hipsométricas de *P. affinis* e *V. caven* em área com pastoreio (C) e sem pastoreio (D), em Savana Estépica Parque, Barra do Quaraí, RS, 2012.

As análises de estrutura hipsométrica para as mesmas espécies em regeneração natural, mostram, bem como as análises de estrutura diamétrica, que há diminuição de *P. affinis*, em área sob pastoreio (Figura 7C) e diminuição de indivíduos regenerantes de *V. caven*, em área protegida (Figura 7D). Essa última espécie está representada em apenas cinco das dez classes de altura para a área excluída do pastoreio. Contrastando com os resultados para a área de

pastagem, onde exibe dados com tendência à comumente distribuição normal com assimetria negativa, indicando boa adaptação às condições sob pastoreio.

A altura média para a regeneração de *P. affinis* e *V.caven* em área de pastagem resultou em 0,841 metros, enquanto que em área protegida essas duas espécies apresentaram altura média igual à 1,573 metros no estrato regenerante. Em trabalho realizado por Hahn-Hadjali et al. (2006), observou-se clara diminuição da frequência de indivíduos pertencentes à espécies arbóreas com alturas variando de 0,5 à 1 metro, em áreas pastejadas de Savana Africana. O mesmo evento ocorreu com *P. affinis* no presente estudo, apresentando diminuição da frequência a partir da segunda classe de altura, com centro de classe em 0,43 metros, em área com pastoreio.

Conforme é possível notar nos resultados da análise hipsométrica para área protegida, a maioria dos indivíduos pertence à *P. affinis* encontram-se nas maiores classes de altura, seguidas pelas classes intermediárias. O crescimento de *P. affinis* é descrito por Galvão e Marchiori (1985) como medianamente rápido, apesar de não atingir grandes alturas.

Os mesmos autores relatam observações feitas de mudas da espécie, semeadas em Barra do Quaraí, com crescimento variando de 20 à 25 cm em um período de apenas seis meses. É possível inferir mediante as observações e análises realizadas, que os jovens representantes dessa espécie, encontrados em área protegida, iniciaram seu desenvolvimento após remoção da atividade pecuária e consequente eliminação do pastejo.

Segundo Sosinski e Pillar (2004) diferentes atributos morfológicos afetam a escolha de plantas pelos herbívoros, influenciando na probabilidade da espécie ser pastejada. Para Stuth (1991) a preferência do animal é influenciada por fatores atuando hierarquicamente no espaço, o que numa escala reduzida, de acordo com Briske e Richards (1995 apud SOSINSKI 2005) se resume à interação dos animais com a comunidade de plantas, onde os atributos individuais das plantas são determinantes na seleção. A vegetação, por sua vez, responde às perturbações adaptando-se ao meio.

Nesse contexto, observou-se a campo que indivíduos jovens de *P. affinis* possuem espinhos tenros, de coloração esverdeada, em oposto à *V. caven* que mesmo muito jovem já demonstra caráter mais agressivo, com espinhos duros e de coloração parda. É evidente a influência desse artifício na permanência de *V. caven* em área com pastoreio, o que confere com os resultados apresentados.

Pode ser mencionado ainda, conforme Pires et al. (2012) adaptações morfofisiológicas de *V.caven* com função de atenuar eventos de pastejo, tais como associações com diferentes espécies de formigas. Os mesmos autores relatam a presença de nectários extra-florais em

*V.caven*, que secretam açúcares e associações mutualísticas com espécies de Homoptera, secretores das mesmas substâncias, estratégias que influem positivamente na associação com as formigas, inibindo desse modo o pastejo.

Em uma perspectiva geral, Sosinski (2005) afirma serem respostas diretas da pecuária a morte de indivíduos ou rebrota e indiretamente a substituição de plantas, causando mudanças na composição de espécies e fisionomia da vegetação, sendo a forma mais frequente de alteração, a substituição de espécies de estratégias avançadas de sucessão por espécies pioneiras. O que pode ser evidenciado segundo os resultados apresentados no presente estudo.

A resposta fornecida pelo índice de similaridade de Jaccard, igual à 0,75, indica média similaridade entre as duas áreas de estudo, apresentando 25% de diferença em questão de ocorrência de espécies. As divergências significativas, de acordo com os resultados apresentados nesse trabalho, encontram-se essencialmente entre a frequência de cada espécie nos locais de estudo e não na presença ou ausência dessas, porém é válido ressaltar que também existem alterações florísticas em termos de espécies entre área com pastoreio e protegida.

Os resultados sugerem uma gradativa substituição nas entidades taxonômicas, ocasionada pela influência do pastoreio, adaptações morfofisiológicas por parte de *V.caven* bem como pela alta densidade de animais nas áreas de pastagens. A espécie *P. affinis*, característica da fisionomia vegetal em tese, é a que mostrou estar sofrendo maior influência da ação do pastoreio, apresentando considerável diminuição de exemplares regenerantes e conseqüentemente perturbações em sua estrutura natural.

#### **4.6 Conclusões**

Com base nos resultados obtidos através do presente estudo é possível concluir que:

- 1) A espécie *V. caven*, é de certa maneira, beneficiada pela presença do pastoreio em questão de frequência de exemplares na regeneração natural, indicando elevado potencial de avanço e colonização sobre a vegetação de Savana Estépica Parque, até então caracterizada principalmente por espécies pertencentes ao gênero *Prosopis*, extremamente predadas no pastejo.
- 2) A retirada do gado diminui significativamente o número de indivíduos de *V. caven* na regeneração natural, em contrapartida permite o desenvolvimento de exemplares

pertencentes à espécie *P. affinis*, e de um denso estrato herbáceo/arbustivo que provavelmente auxilie na inibição da ocorrência de *V.caven*;

- 3) O aumento significativo de *V.caven* na regeneração natural, pode estar vinculado à grande densidade de animais na área de estudo, o que proporciona maior desequilíbrio na vegetação e conseqüentemente gradativa substituição de formas de vida e espécies dominantes, melhores adaptadas às perturbações.

#### 4.7 Referências Bibliográficas

ALMEIDA, J. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e desenvolvimento sustentado - Solo dos Pampas. **In: Alvarez, V.V.H., et al. (Ed).** Solos dos pampas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, p. 288-306. 1996.

ANTEZANA, C. et al. Ecología e biogeografía del género *Prosopis* (Mimosaceae) em Bolivia. **Revista Boliviana de Ecología y Conservación ambiental**, Santa Cruz de la Sierra, v. 8, n. 1, p. 25-36, 2000.

ARAUJO, P. et al. Estructura del bosque de La María EEA INTA, Santiago del Estero. **Quebracho**, Santiago del Estero, v. 16, n. 1, p.5-19, 2008.

ARONSON, J. Evolutionary biology of *Acacia caven* (Leguminosae, Mimosoideae): Intraspecific variation in fruit and seed characters. **Annals of the Missouri Botanical Garden**. St. Louis, v.79, n.4, p. 958-968, 1992.

BARCHUK, A. H.; DÍAZ, M. P. Regeneration and structure of *Aspidosperma quebracho-blanco* Schl. in the Arid Chaco (Cordoba, Argentina). **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 118, n. 1/3 p. 31-36, 1999.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul**: Guia de identificação e Interesse ecológico. 2. ed. Porto Alegre: Paisagem do Sul, 2009. 332p.

BRISKE, D. D.; RICHARDS, J. Plant responses to defoliation: a physiologic, morphologic and demographic evaluation. **In: Bedunah, J.; Sosebee, R. E. (Eds.).** Wildland plants: Physiological Ecology and Developmental Morphology, Denver: Society for Range Management, Colorado, p. 635-710, 1995.

BOLDRINI, I. I.; EGGERS, L. Vegetação campestre do sul do Brasil: Dinâmica de espécies à exclusão do gado. **Acta Botânica Brasilica**, Feira de Santana, v. 10, n.1, p. 37-50, 1996.

CABRERA, A. L. **Fitogeografía de La Republica Argentina**. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, Buenos Aires, v. 14, n. 1/2, 1971. 50p.

CALLEGARO, R. M. **Variações florísticas e estruturais de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Montana em Nova Prata-RS**. 2012. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

CARRARO, C. C.; GAMERMANN, N.; EICK, N. C. **Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1974.

FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C.; NOGUEIRA, P. E. Levantamento da vegetação arbórea na região de Nova Xavantina, MT. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 63-81, 1998.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. Conceitos e métodos em fitossociologia. **Comunicações Técnicas Florestais**, Universidade de Brasília, Brasília, v. 5, n. 1, p. 18-30, 2003.

GALVANI, F. R.; BAPTISTA, L. R. M. Flora do Parque Estadual do Espinilho - Barra do Quaraí, RS. **Revista FZVA**, Uruguaiana, v.10, n.1, p.42-62, 2003.

GALVÃO, F. Métodos de levantamento fitossociológico. **In: A vegetação natural do Estado do Paraná**. Curitiba, IPARDES, CTD, 1994. 20p.

GALVÃO, L.; MARCHIORI, J. N. C. Vegetação arbórea do Parque Espinilho. In: ENCONTRO DE BOTÂNICOS DO RIO GRANDE DO SUL, II, 1985, São Leopoldo, **Anais...** São Leopoldo: Comum. Mus. Ci. PUCRS, 1985. p. 11-23.

GIMÉNEZ, A. M.; RÍOS, N. A.; MOGLIA, J. G. Crecimiento de *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron (Algarrobo negro) em Santiago del Estero, Argentina. **Foresta Veracruzana**, Xapala, México, v.5, n. 2, p. 17-22, 2003.

HAHN-HADJALI, K.; SCHMIDT, M.; THIOMBIANO, A. Phytodiversity dynamics in pastured and protected west African Savannas. **In: S.A. Ghazanfar & H.J. Beentje (EDS)**, Taxonomy and ecology of African plants, their conservation and sustainable use. Royal Botanic Gardens, Kew, p. 351–359, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2.ed. **Manual técnico da vegetação Brasileira**: Sistema fitogeográfico, Inventários das formações florestais e campestres, Técnicas e manejo de coleções botânicas, Procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro: 2012. 271p.

LONGHI, S. J. et al. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal no município de Santa Maria - Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 115-133, 1999.

MARCHIORI, J. N. C.; LONGHI, S. J. Estrutura fitossociológica de uma associação natural de Parque Inhanduvá com Quebracho e Cina-cina, no Rio Grande do Sul. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, v.41, n. 7, p.147-162, 1985.

MARCHIORI, J. N. C.; LONGHI, S. J.; GALVÃO, L. Composição florística e estrutura do Parque de Inhanduvá no Rio Grande do Sul. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.15, n.4, p. 319-334, 1985.

MORAES, F. G. D. et al. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Vachellia farnesiana* (L.) Wight & Arn. – Leguminosae - Mimosoidae. **Scientia Plena**, São Cristóvão – SE, v. 8, n. 4, 2012.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. Wiley & Sons, New York, 1974. 547p.

Oksanen, J., F. G. et al. **Vegan: Community Ecology Package**. R package version: 1.17-7, 2011.

R Development Core Team (2012). R: a language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org>. Acesso em 02 dez. 2012.

RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. 2ed. Selbach, Porto Alegre, 1956. 471p.

RORATO, D. G. **Fitossociologia de espécies nativas de mata ciliar no entorno do Reservatório Divisa, São Francisco de Paula, RS**. 2012, 109 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

PIRES, M. S.; D'ÁVILA, B. S.; De ALIVA JR.; R. S. Estruturas Secretoras ou Interações Tritróficas: Efeitos na Herbivoria Foliar em *Vachellia caven* (Molina) Seigler & Ebinger (Fabaceae- Mimosoidae), In: SIEPE, 4., 2012, Bagé. **Anais eletrônicos...** Bagé: UNIPAMPA, 2012. Disponível em: < <http://eventos.unipampa.edu.br/anais-siepe/iv-siepe/art3042.html>>. Acesso em: 02 fev. 2013.

SANTOS, E. R. O. **Estudo Físio-Geográfico do Parque do Espinilho – Município de Uruguaiana – RS**. Bol. Inform. do Instituto Geobiológico “La Salle” nº 10, Canoas, 1991, 91p.

SIMAS, V. R.; COSTA, E. C.; AIRES SIMAS, C. Vegetação arbórea fanerógama ocorrente em área de nidificação de *Atta vollenweideri* (Forel, 1983) (Hymenoptera: formicidae). **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.9, n. 1, p.79-88, 2002.

SOSINSKI, E. E; PILLAR, V. D. Respostas de tipos funcionais de plantas à intensidade de pastejo em vegetação campestre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n. 1, p. 1-9, 2004.

SOSINSKI JÚNIOR, E. E. **Modelos de simulação espacial de efeitos de pastejo em vegetação campestre**. 2005. 125 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

TÁLAMO, A. et al. Vegetación leñosa de un camino abandonado del Chaco semiárido en relación a la matriz de vegetación circundante y el pastoreo. **Revista Ecología Austral**, Córdoba, v.1, n.19, p.157-165, 2009.

WATZLAWICK, L. F. et al. Caracterização e dinâmica da vegetação de uma savana estépica parque, Barra do Quaraí, RS. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.30, n. 64, p. 363-368, 2010.

## 5. CAPÍTULO II

### INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS EDÁFICAS NO ESTRATO REGENERANTE EM FRAGMENTO DE SAVANA ESTÉPICA PARQUE SOB E LIVRE DE PASTOREIO, BARRA DO QUARAÍ, RS

#### 5.1 Resumo

O presente estudo foi realizado em duas áreas do Parque Estadual do Espinilho, a primeira sob pastoreio e a segunda protegida dessa atividade a cinco anos, com o objetivo de avaliar as alterações em propriedades físicas do solo e na biomassa aérea total do estrato herbáceo, bem como investigar possíveis relações dessas com a composição florística da regeneração natural arbórea, tratando-se em especial das duas principais espécies ocorrentes: *Prosopis affinis* e *Vachellia caven*. Para tanto foi instalada uma unidade amostral de 2 ha em ambas as áreas de estudo, cada uma composta por 200 subunidades. O inventário do estrato regenerante foi realizado em 100 dessas subunidades, todas distantes 10 metros entre si, enquanto que as coletas de dados para análises de solo (textura, densidade aparente e umidade gravimétrica) e biomassa aérea total do estrato herbáceo, bem como os testes de resistência à penetração foram feitos em 50 das 100 subunidades inventariadas. Conforme os resultados encontrados, por testes de comparação de médias (teste-T de Student), há significativas variações entre os fatores ambientais avaliados, principalmente quanto à resistência à penetração do solo, densidade aparente, umidade gravimétrica e biomassa aérea total. As variáveis vinculadas à textura não apresentaram alterações significativas entre as áreas, porém forneceram subsídios para classificação textural do solo, que apresentou textura média. As correlações evidenciadas por meio de testes de correlação de Spearman, mostram que *Vachellia caven* vincula-se às condições de solo sob pastoreio e é inibida pelo aumento do estrato herbáceo. *Prosopis affinis* não apresentou correlação com as variáveis, sendo provavelmente sua frequência explicada pelo pastejo. É possível inferir mediante análises exploratórias de ordenação (PCoA) que há uma total distinção entre as duas áreas de estudo, configurada pelas notáveis alterações ocorrentes nos componentes físicos do solo, estrato herbáceo e abundância de *Prosopis affinis* e *Vachellia caven*, ao longo de apenas cinco anos de exclusão.

**Palavras-chave:** Ordenação. Parque do Espinilho. *Prosopis affinis*. *Vachellia caven*.



## 5 CHAPTER II

### INFLUENCE OF EDAPHIS VARIABLES ON THE REGENERATING STRATUM IN A FRAGMENT IN A FRAGMENT OF SAVANA ESTÉPICA PARK FREE AND UNDER GRAZING, BARRA DO QUARAÍ, RS

#### 5.2 Abstract

This study was conducted in two areas of the Espinilho Park, the first area under grazing and the second protected from this activity for five years and aimed was to evaluate the changes in soil physical properties and herbaceous aerial biomass and investigate the possible relationships with floristic composition of natural regeneration especially in the case of the main species *Prosopis affinis* and *Vachellia caven*. For this, a sampling unit with 2ha was installed in both study areas, each of one composed of 200 subunits. The inventory of regenerating stratum was performed in 100 of these subunits, 10 meters distant from each other, while the collection of data for analysis of soil (texture, bulk density and gravimetric moisture), total aerial biomass of the herbaceous and resistance penetration tests were performed on only 50 of these subunits. The comparison of two means (Student's T-test) shows significant variations between environmental factors especially regarding soil penetration resistance, bulk density, gravimetric moisture and total aerial biomass. Variables related to the texture did not change significantly between areas but provide subsidies for soil textural classification that shows average texture. The Spearman's correlation test shows that *Vachellia caven* is link to the soil under grazing conditions and is inhibited by increasing of herbaceous extract. *Prosopis affinis* shows no correlation with environmental variables and their frequency is probably explained by grazing. Based on exploratory ordination analyses (PCoA) it is possible to infer that is a big difference between the two study areas and they were shaped by remarkable changes in soil physical components, of herbaceous extract and abundance of *Prosopis affinis* and *Vachellia Caven* that occurs for only five years of grazing exclusion.

**Keyword:** Ordination, Parque do Espinilho, *Prosopis affinis*. *Vachellia caven*.

### 5.3 Introdução

O Parque Estadual do Espinilho, localizado no município de Barra do Quaraí, extremo sudoeste do Rio Grande do Sul abriga uma vegetação que não ocorre em outra área do país, mantendo, segundo Watzlawick et al. (2010), espécies endêmicas e vulneráveis. O manual da vegetação brasileira (IBGE, 1992) descreve como uma vegetação situada na barra do rio Quaraí com o rio Uruguai constituindo-se como um exemplo clássico da Savana Estépica Parque.

De acordo com Ab'Sáber (1967), o Parque Estadual do Espinilho, está inserido dentro dos Domínios Morfoclimáticos e Fitogeográficos das Pradarias. A área pertence à região da Campanha Gaúcha e está inclusa, segundo Müller Filho (1970) na Unidade Geomorfológica Cuesta de Haego. Conforme Fernandes (1998) fatores geomorfológicos, hidrológicos e pedológicos, são responsáveis por certa uniformidade nos padrões de estrutura e de fisionomia das diferentes paisagens brasileiras, o que pode estar vinculado à distinta composição vegetal do Parque do Espinilho.

Assim, Schorn (1992) menciona que ao se estudar a composição florística de uma região, sobre habitats delimitados por um fator como o solo, pode-se obter informações quanto a ecologia e distribuição das espécies. Sobre os campos do Rio Grande do Sul, Pillar e Quadros (1997) afirmam que boa parte da variação fisionômica campestre e na composição de espécies dominantes, independente da região, parece já ser determinada pelos regimes de pastejo e fogo, interferências essas, que também influem sobre a natureza do solo, afetando propriedades químicas, físicas e conseqüentemente a flora local.

Conforme Oliveira-Filho (1994) estudos detalhados, associando as espécies vegetais a fatores ambientais são de grande valia para qualquer iniciativa que vise proteger ou restaurar um habitat. O conhecimento da analogia entre solo e vegetação é essencial ao manejo de áreas de preservação, bem como ao entendimento da dispersão de algumas espécies, especialmente das especialistas, que dependem de condições ambientais particulares para o seu pleno desenvolvimento.

Áreas com solos degradados não sustentam de maneira adequada a vegetação, enquanto que na mesma proporção, a flora danificada não assegura estabilidade e proteção do solo. Nesse contexto Pillar et al. (2009) relata que solos com maiores teores de forragens sobre a superfície, resultam em aumento da matéria orgânica, fato que reflete em menor densidade e maior capacidade de infiltração de água e, conseqüentemente, em condições

adequadas para subsidiar a flora. Isso é indicativo da estreita relação entre os componentes solo e vegetação.

Como efeitos da pecuária extensiva, comumente observam-se alterações em propriedades do solo e diminuição do estrato herbáceo, bem como alterações na composição de espécies nativas. Nesse contexto Souza (1984 apud BOLDRINI; EGGERS, 1996) classifica o pastejo como um agente de distúrbio biológico. A maioria dos estudos realizados para testar o efeito do manejo do gado na estrutura populacional, foi desenhada, segundo Vargas et al. (2002) para comparar populações em diferentes fragmentos submetidos à um gradiente de intensidade de pastejo. Comparações entre fragmentos protegidos e pastejados, apresentam comumente as maiores alterações no componente edáfico e vegetal.

Para um regime de pastejo sustentável é necessário alcançar um equilíbrio entre a diversidade natural da fisionomia, produção de forragens e preservação do solo. O manejo sustentável, de acordo com Giménez et al. (2007) é um pilar para a conservação da biodiversidade, contudo se evidencia a alarmante velocidade com que se perdem e se dizimam as áreas, em consequência da fragmentação dos ecossistemas ocasionada pela atividade humana de criação de animais e manejo.

As investigações que tratam sobre padrões complexos da relação vegetação – ambiente, conforme Felfili (2007) utilizam procedimentos estatísticos através da Análise Multivariada. Nesse caso aplica-se técnica de ordenação a fim de explorar a relação existente entre variáveis edáficas e regeneração natural presentes nas áreas estudadas, além de análise de correlação entre variáveis e testes de significância entre médias.

O trabalho aqui apresentado, visa investigar possíveis associações existentes entre condições de solo e biomassa aérea total do estrato herbáceo com a ocorrência das principais espécies arbóreas regenerantes, em duas áreas de Savana Estépica Parque, submetidas a diferentes condições de uso, a primeira sob pastoreio e a segunda excluída dessa atividade a cinco anos. Ambas inseridas em área pertencente ao Parque Estadual do Espinilho no Rio Grande do Sul.

## **5.4 Material e métodos**

### **5.4.1 Área de estudo**

A área de estudo, pertence ao Parque Estadual do Espinilho, situado no município de Barra do Quaraí, no extremo sudoeste do Rio Grande do Sul, a uma latitude 30°12'26" sul e

uma longitude 57°33'17" oeste, com altitude média de 53 metros. O clima da região, conforme a classificação climática de Köppen é Cfa, subtropical com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio entre -3°C e 18°C. De acordo com Almeida (1996) as chuvas são bem distribuídas durante todo o ano com uma média anual variando entre 1300 e 1500 mm, o que não exclui a ocorrência de déficits hídricos nos meses mais quentes. Pastore et al. (1986) acrescentam que o clima caracteriza-se por apresentar dupla estacionalidade provocada por um período frio no inverno, alternado por um período sub-úmido e quente no verão.

O solo, conforme Watzlawick et al (2010) é do tipo Chernossolos, moderadamente drenado de coloração bruno - escura ou bruno – acinzentada. Na sua grande maioria, de acordo com os mesmos autores, são utilizados como pastagens naturais e para cultivos agrícolas . A vegetação natural conforme classificação do IBGE (2012) pertence à região da Savana Estépica Parque, a qual caracteriza-se por afigurar-se como uma pseudo-ordenação de plantas lenhosas sobre denso tapete, principalmente, de plantas herbáceas e gramíneas. Estabelecem-se nessa fisionomia espécies pertencentes a gêneros como *Prosopis*, *Aspidosperma* e *Vachellia*.

#### 5.4.2 Amostragem e coleta de dados

Para coleta e análise dos dados o processo de amostragem utilizado foi Amostragem Sistemática de Área fixa. Foram instaladas duas unidades amostrais de 20.000m<sup>2</sup> (100 x 200 m) (Figura 1), as quais foram subdivididas em 400 subunidades amostrais quadradas com dimensões de 100m<sup>2</sup> (10 x 10 m). O procedimento foi realizado em dois fragmentos, o primeiro com presença de pastoreio e o segundo excluído dessa atividade a cinco anos, cada um contendo uma unidade amostral de 20.000 m<sup>2</sup>. Foram coletados dados, no período de agosto de 2011 a agosto de 2012, visando análises florísticas da regeneração natural, bem como análises físicas de solo e quantificação da biomassa aérea total do estrato herbáceo.

A coleta dos dados referentes à regeneração natural foi feita em 100 subunidades amostrais, tendo entre si uma distância fixa de 10 metros, totalizando 10.000 m<sup>2</sup> de área amostrada em cada um dos dois fragmentos. Foram coletados dados referentes ao DNS (diâmetro ao nível do solo) e altura total das plantas pertencentes à regeneração natural. A altura total foi obtida com uso de fita métrica e o DNS com uso de paquímetro eletrônico. Compõe a regeneração natural indivíduos com altura total mínima de 15 cm e DNS < 8 cm.

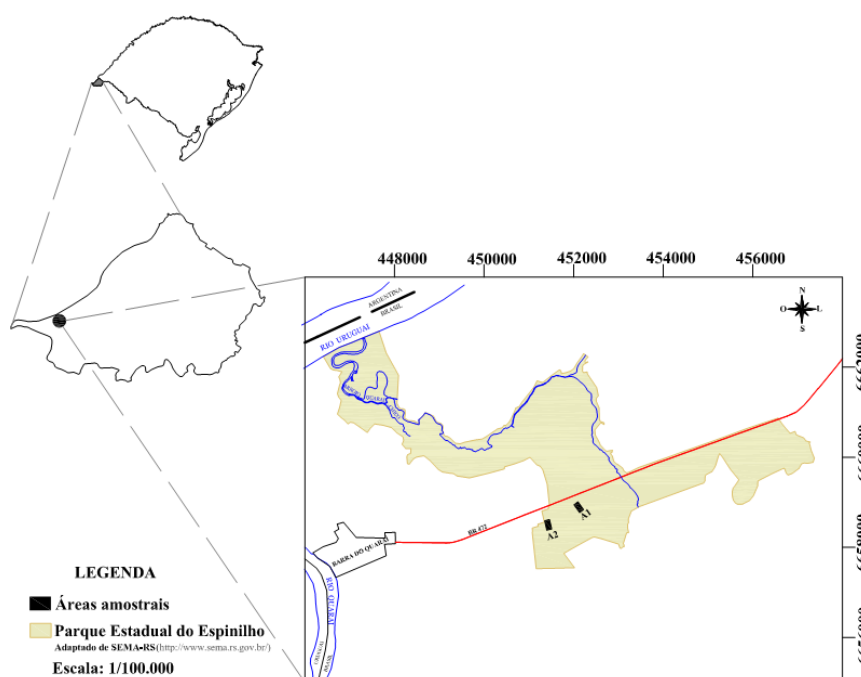


Figura 1 – Localização das duas unidades amostrais instaladas no Parque Estadual do Espinilho. Barra do Quaraí, RS, 2012.  
Fonte: CHAMI, L. B. (2013).

A obtenção dos dados para quantificação de biomassa aérea total do estrato herbáceo ocorreu em 50 das 100 subunidades inventariadas para vegetação. Todo o material vegetal acima do nível do solo foi coletado por meio de raspagem com auxílio de uma pá de corte, tesoura e espátula, em uma área de 0,25 m<sup>2</sup>, posta no canto direito de cada subunidade amostral. Após coleta, procedeu-se a secagem do material, armazenado em embalagens de papel, em estufa à 70° C, até peso constante.

O teste de Resistência à penetração foi realizado com uso de Penetrômetro de Impacto modelo Stolf, de peso igual a 2,13595 Kg, tendo mais 500 g como o peso de impacto. Foram medidas com fita métrica as profundidades de penetração no solo durante os cinco impactos previstos (Figura 2). Durante todo o procedimento o peso de 500 g foi lançado de uma altura fixa igual a 55 cm.

Para as demais análises previstas foram efetuadas coletas a partir da abertura de trincheiras, com auxílio de pá de corte, de no mínimo 25 cm de profundidade no centro de cada subunidade inventariada. Todas as coletas foram feitas individualmente em duas profundidades no perfil: 0 -10 cm e 10 -20 cm. No mesmo período em que foi efetuado o teste

de resistência à penetração com Penetrômetro de Impacto, coletou-se amostras de solo para análise de umidade gravimétrica, devido principalmente à influência direta dessa variável na resistência do solo. A umidade gravimétrica é definida como a quantidade de água retirada por unidade de massa de sólido.



Figura 2 - Medição da profundidade de penetração no solo (A) Medição da penetração no solo; (B) Penetrômetro de Impacto. (Barra do Quaraí, RS, 2012. Fotografias de Cristina Gouvêa Redin).

Para coleta de amostras indeformadas de solo, foram utilizados cilindros metálicos (Anel de Koppek), com dimensões de aproximadamente 3 cm de altura e 6 cm de diâmetro, segundo EMBRAPA (1997). Depois de retirada a amostra de solo, os resíduos foram eliminados até igualar as bordas do cilindro e, o solo aí contido foi encaminhado para análise de densidade aparente. A coleta de material para análises de textura do solo foi efetuada com uso de espátula e pá de corte, retirando desse modo uma amostra significativa do perfil, referente às camadas desejadas.

Após a coleta do material todas as amostras foram etiquetadas e armazenadas em embalagens plásticas e isopor, evitando desse modo perda de umidade. Os dados obtidos por meio das análises foram organizados em planilhas específicas no *software* Excel, sendo inseridas fórmulas provenientes de cada metodologia para provimento dos cálculos e resultados finais.

### 5.4.3 Análise dos dados

#### 5.4.3.1 Análises de parâmetros edáficos

Os dados referentes aos testes de resistência à penetração, realizados a campo com Penetrômetro de Impacto, foram coletados em planilha específica e transferidos para planilhas do Excel. Posteriormente os dados foram aplicados na Equação dos Holandeses (item 1), visando a obtenção da resposta do solo à resistência à penetração.

$$RP = \frac{\{ Mg + mg + [( M / M + m ) * (Mg *h) / x ]\}}{A} \quad (1)$$

Em que:

RP = força de resistência do solo (Kgf cm<sup>-2</sup>);

A= área do cone (1,289 cm<sup>2</sup>);

M= massa que provoca o impacto (500g);

m= massa dos demais componentes do penetrômetro, excluída a de impacto (2,13595 Kg);

g= aceleração da gravidade 10 m/seg<sup>2</sup>;

h= altura de queda livre da massa que provoca o impacto (55 cm);

x= penetração unitária causada por um impacto (cm impacto<sup>-1</sup>)

A umidade gravimétrica foi obtida pela diferença entre o peso úmido e peso seco ou massa seca, dividido pelo peso seco e multiplicado por 100. Em laboratório, as amostras foram secas ao ar até atingirem peso constante, obtendo-se o peso seco, que descontado do peso da embalagem fornece a massa ou peso do solo seco. Os resultados alusivos à densidade aparente do solo foram realizados transferindo os cilindros contendo as amostras para estufa a temperatura de 105°C até atingirem peso constante. Após procedeu-se o cálculo: razão da massa seca pelo volume de solo. A densidade aparente é o peso seco de um volume determinado de solo levando em consideração os poros presentes na estrutura. Conforme Timm (2004 apud RORATO, 2012) a Densidade aparente é obtida pela fórmula (item 2):

$$Ds = ms / V (g. cm^{-3}) \quad (2)$$

Em que:

Ds = densidade aparente;

ms = massa seca da amostra;

V = volume total da amostra.

Foram feitas ao todo 400 análises de textura, sendo duas para cada uma das 100 subunidades e para cada profundidade do perfil (0 -10 cm e 10 -20 cm), todas cometidas com repetições para assegurar a confiança dos resultados obtidos. Justifica-se o nível de

detalhamento desse tópico, devido à ausência de caracterização do componente edáfico do Parque Estadual do Espinilho em literaturas anteriores ao presente estudo.

O método empregado para esse procedimento foi o Método da Pipeta, utilizando solução de NaOH 0,1N como dispersante químico e agitação mecânica em aparato de baixa rotação por 12 h, seguindo o método proposto pela EMBRAPA (1997). A fração argila foi separada por sedimentação, de acordo com a lei de Stokes, sendo a fração silte determinada por diferença. A fração areia, após secagem em estufa à 100°C e pesagem em balança de precisão, foi subdividida nas frações, areia grossa (AG) e areia fina (AF), utilizando-se para isso, peneira com malha especial de 2,50 mm (Figura 3).



Figura 3 – Análise de textura do solo; Amostras em estufa à 100°C (A); Separação de areia fina e areia grossa com malha especial de 2,50mm (B). (Barra do Quaraí, RS, 2012. Fotografias de Cristina Gouvêa Redin).

#### 5.4.3.2 Análises estatísticas

As significâncias das variações edáficas (densidade aparente, umidade gravimétrica, textura do solo e resistência à penetração) e de biomassa aérea total, entre as duas áreas de estudo, foram testadas por meio de teste-T de Student em nível de 95% de confiança. O teste foi escolhido devido por ser recomendado para comparação de médias entre amostras pareadas. As relações entre variáveis de solo e biomassa aérea total com as frequências de *Prosopis affinis* e *Vachellia caven* em regeneração natural, foram avaliadas por testes de



correlação de Spearman, comprovando-se desse modo, quais variáveis interferem ou não na assiduidade das espécies.

Segundo Siegel (1975), o Coeficiente de Correlação de Spearman é uma medida que exige que as duas variáveis se apresentem em escala de mensuração pelo menos ordinal, de forma que os elementos em estudo formem duas séries ordenadas (LIRA, 2004, p. 117). A mesma é indicada em substituição ao coeficiente de Correlação de Pearson nos casos em que a binormalidade dos dados não ocorre. A Análise de correlação de Spearman foi efetuada no *software* estatístico SAS 9.2, onde foram inseridas matrizes contendo as mesmas variáveis. Os testes-T de Student foram todos efetuados no *software* STATISTICA for Windows versão 7.0.

Os dados referentes à frequência de *Prosopis affinis* e *Vachellia caven* em regeneração natural, bem como as variáveis de solo e resultados quantitativos de biomassa aérea total do estrato herbáceo de cada subunidade amostral, foram submetidos à análise de ordenação por Coordenadas Principais. Conforme Bauermann et al. (2008) esse procedimento serve para indicar as tendências principais de variação e observar as trajetórias de cada unidade amostral experimental.

A análise de coordenadas principais (*Principal Coordinate Analysis* – PCoA), também conhecida como Escalonamento Multidimensional Métrico, foi efetuada no *software* MULTIV (Pillar 1997), onde foram inseridas matrizes contendo as propriedades físicas do solo (densidade aparente, umidade gravimétrica, resistência à penetração e textura), juntamente às frequências observadas de *Prosopis affinis* e *Vachellia caven* em regeneração natural. Os gráficos referentes a essa análise foram realizados no Excel 2007. A análise PCoA foi baseada em distâncias euclidianas entre pares de unidades amostrais.

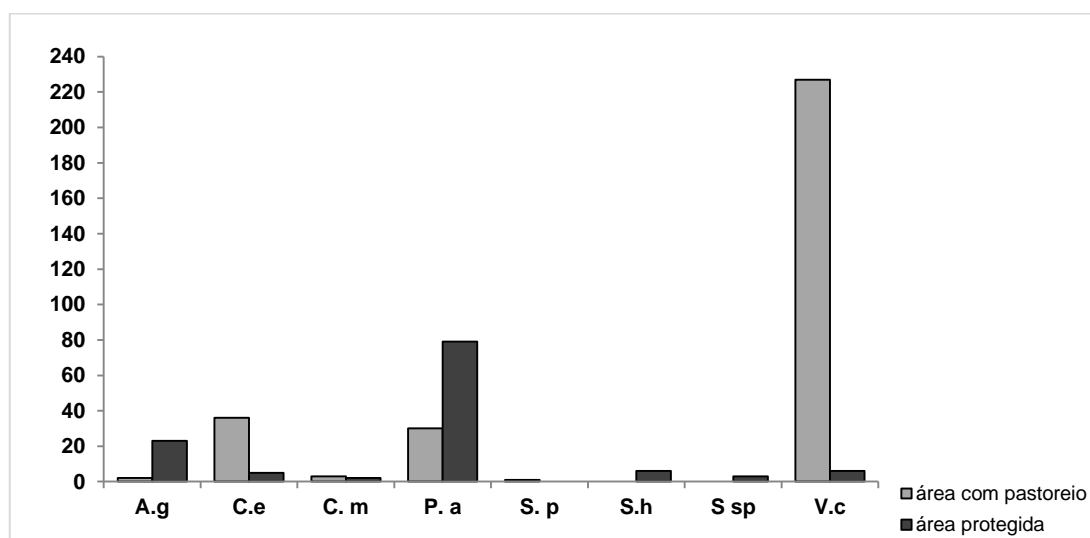
A matriz de similaridade foi calculada usando o coeficiente de Gower, o qual, segundo Legendre e Legendre (1998), trata-se de uma métrica para acomodar dados mistos. A PCoA foi baseada em distâncias euclidianas entre pares de unidades amostrais, como recomendado por Legendre e Legendre (1998) para dados ambientais. Os gráficos referentes a essa análise foram realizados no Excel 2007.

## **5.5 Resultados e discussão**

Foi registrado um total de oito espécies em regeneração natural de Savana Estépica Parque no Parque Estadual do Espinilho. Dentre essas, as espécies mais frequentes e que apresentaram maiores discrepâncias entre área com pastoreio e área protegida foram *Vachellia*

*caven* (Molina) Seigler & Ebinger e *Prosopis affinis* Spreng., ambas pertencentes à família Fabaceae. As demais espécies possuem frequências relativamente equilibradas nas duas áreas (Figura 4).

Ao todo foram contabilizados 233 exemplares de *V. caven* e 109 exemplares de *P. affinis* em regeneração natural para 1 ha inventariado em cada área de estudo, totalizando 2 ha de espaço amostrado. As duas espécies se distribuem de forma desigual entre as áreas. Sob pastoreio estão 97,42% dos indivíduos de *V. caven*, enquanto que *P. affinis*, táxon característico dessa fisionomia vegetal, segundo Marchiori e Longhi (1985), demonstra baixa frequência de representantes, com apenas 27,52% do total da espécie.



Em que: A.g – *Aloysia gratissima*; C.e – *Celtis ehrenbergiana*; C.m – *Chrysophyllum marginatum*; P.a – *Prosopis affinis*; S.p- *Schinus polygamus*; S.h – *Sapium haematospermum*; Ssp – *Solanum* sp; V.c – *Vachellia caven*.

Figura 4 - Frequências de espécies em área com pastoreio e área protegida, Barra do Quaraí, RS, 2012.

A área protegida a cinco anos da atividade pastoril, devido a criação do Parque Estadual do Espinilho, mostrou ter maior representatividade de *P. affinis* e apresentou raros indivíduos de *V. caven*, representados respectivamente por 72,48% e apenas 2,58% do total de cada espécie. O fato de haver um grande número de exemplares de *V. caven* e poucos exemplares de *P. affinis* em área com pastoreio, vincula-se provavelmente à preferência dos

animais pastadores por essa espécie especificamente, posto que em ausência do efeito perturbatório *V. caven*, torna-se a espécie rara.

O menor número de representantes de *P. affinis* encontrados em área de pastagem justifica-se, como já observado por Marchiori e Longhi (1985), pela ação do pastoreio, o qual dificulta severamente o desenvolvimento dos indivíduos jovens. Esses mesmos autores consideram ainda intervenções pelo uso do fogo como fator prejudicial ao desenvolvimento dessas espécies. Conforme Redin et al. (2011) na regeneração natural, espécies naturalmente predominantes como *P. affinis* e *Prosopis nigra* Griseb., possivelmente, não estão ocorrendo com significativa dominância, devido às ações antrópicas como corte de árvores no passado e realização de pastoreio até os dias de hoje.

Além do inventário da regeneração natural realizado nas áreas de estudo, foram coletados dados referentes às propriedades físicas do solo e para quantificação da biomassa aérea total do estrato herbáceo. Esses fatores foram avaliados de forma a investigar diferenças existentes entre as áreas de estudo, bem como possíveis influências dos aspectos divergentes sobre a composição florística.

Com relação às variáveis edáficas vale destacar que apenas a variável textura do solo não sofreu alterações expressivas entre as áreas, o que pode ser explicado pela sua configuração junto à matriz do solo, não sendo alterada pela presença de perturbações de natureza antrópica. As médias de areia total, silte e argila foram respectivamente de: 46,06 %, 40,99 % e 12,95 % na primeira camada de coleta (0-10 cm) e 45,87 %, 40,87 % e 13,66 % na segunda camada de coleta (10-20 cm), para as 100 subunidades amostrais.

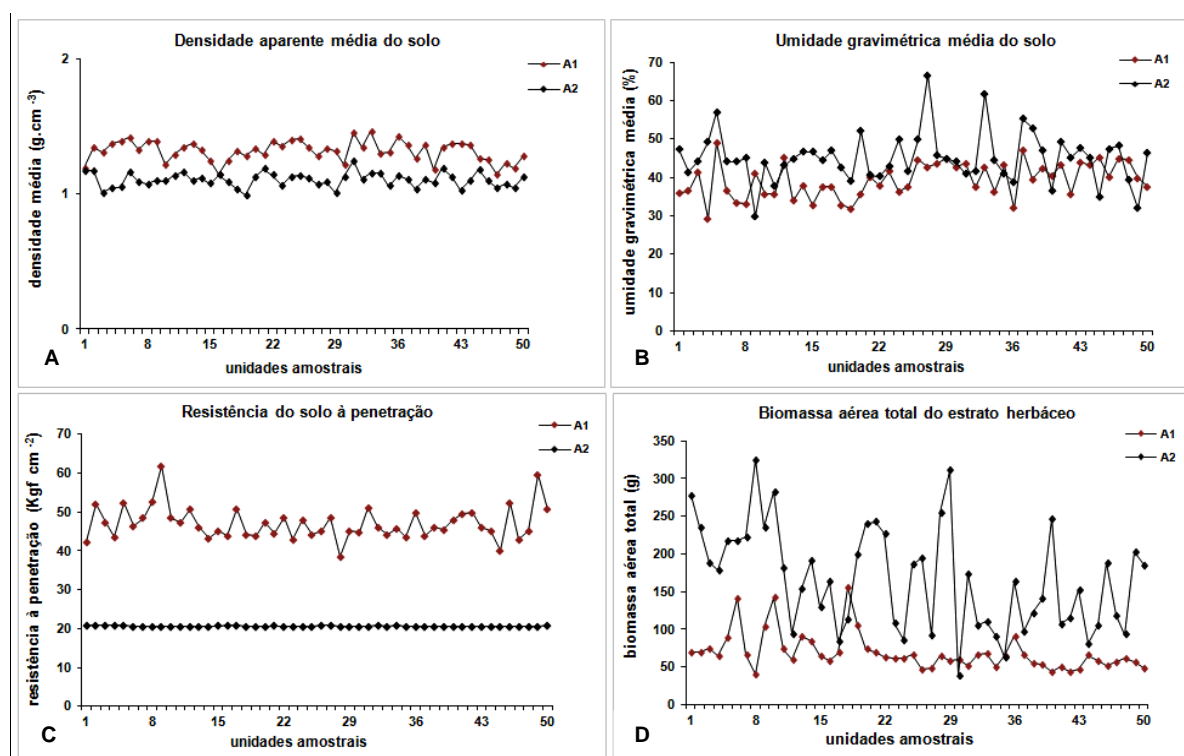
O solo da área de estudo é, segundo o mapa de solos do Rio Grande do Sul, classificado como Chernossolo. Apresenta textura média, de acordo com a metodologia do Sistema Brasileiro de Classificação de solos (EMBRAPA, 1999), que sugere os agrupamentos texturais para classificação, assim denominada: textura arenosa (classes areia e areia franca), textura média (menos de 35% de argila e mais de 15% de areia), textura argilosa (35% a 60% de argila), textura muito argilosa (mais de 60% de argila), e textura siltosa (menos de 35% de argila e 15% de areia).

Os chernossolos ocorrem, de acordo com Mapa de solos do Estado do Rio Grande do Sul (modificado de EMATER/DIT, UFRGS/DEP. SOLOS), em uma pequena porção no Sul, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil, totalizando não mais que 1% do território nacional. No âmbito do Rio Grande do Sul, conforme Streck et al. (2008), ocorrem de forma esparsa em todo o território e, em áreas mais extensas, na Depressão Central. Caracterizam-se por conter

razoáveis teores de material orgânico, boa fertilidade química e alta Capacidade de Troca Catiônica (CTC) em todo o perfil.

Os resultados encontrados para quantificação da biomassa aérea total do estrato herbáceo (g), assim como para as demais variáveis de solo, demonstram variações entre as duas áreas, o que era esperado com a retirada do pastoreio. Em área protegida, o estrato herbáceo compõe-se de um maior número de espécies arbustivas pertencentes à família Asteraceae, indicando progresso nos processos sucessionais, enquanto que em área com pastoreio o estrato herbáceo apesar de denso, é composto por gramíneas de pequeno porte.

Além da quantificação da biomassa aérea total, os valores médios encontrados para as variáveis de natureza edáfica, expressam numericamente o que também está apresentado na Figura 5, existência de diferenças significativas entre as variáveis apresentadas no contexto das duas áreas de estudo.



Em que: A1 – Área com pastoreio; A2 – Área sem pastoreio.

Figura 5 - Diferenças existentes entre variáveis ambientais: densidade aparente (A), umidade gravimétrica (B), resistência à penetração (C) e biomassa aérea total do estrato herbáceo (D) coletadas nas duas áreas de estudo, Barra do Quaraí, RS, 2012.

A resistência do solo à compactação ( $\text{Kgf cm}^{-2}$ ) variou 39,03 %, mostrando que há um resultado de melhoria do solo após retirada do pastoreio. São ainda testemunhas dessa melhora no componente edáfico, o aumento da umidade gravimétrica (%) em 6,69 % na área protegida e diminuição da densidade aparente ( $\text{g.cm}^{-3}$ ), em 8,80 %, o que vincula-se ao provável aumento da porosidade total e melhoria na estabilidade de agregados do solo.

Em semelhança aos resultados encontrados, foi constatado por Tanner e Mamaril (1959 apud MAGALHÃES et al., 2001), que o pastoreio causa um aumento na densidade global ou total da camada superficial do solo de 1,22 para 1,43  $\text{kg dm}^{-3}$ , ou seja, 7,92 %, correspondendo a um decréscimo de 17,2 % para 7,2 % na porosidade e aumento na resistência à penetração de 3,2 para 19,5 bar, ou seja, aproximadamente 71,81 %.

De acordo com Ferreira (2010), a densidade do solo é um atributo que reflete primariamente o arranjo das partículas, que por sua vez, define as características do sistema poroso, qualquer manifestação que possa influenciar a disposição das partículas do solo refletirá diretamente nos valores de densidade. No presente estudo, tem-se como fator perturbatório desse arranjo, o pisoteio por parte dos animais pastadores.

A densidade total é alterada ao longo dos anos sob pastoreio, como também mostram dados de Magalhães (2001) para solo de uma floresta nativa, onde verificou aumento da densidade nas camadas de 0-10 cm durante 6 anos de pastoreio. Considerando, portanto o longo histórico da área avaliada ligado à pecuária extensiva, são esperadas respostas do solo testemunhando o aumento da densidade.

Em área protegida do pastoreio a quantificação da biomassa aérea total do estrato herbáceo, mostrou 38,52 % de aumento em relação à área com pastoreio. Sundriyal (1992) afirma que gramíneas suportam alta intensidade de pastejo mais facilmente que outras ervas. Segundo ainda o mesmo autor, há aumento em biomassa sob baixa ou nenhuma intensidade de pastejo e diminuição sob alta intensidade, o que é evidenciado no presente estudo.

Semelhante aos resultados encontrados, Gracioli (2010) observou a substituição de espécies de menor porte e menos rústicas, por espécies cespitosas altamente adaptadas ao ambiente em função da retirada do pastoreio, destacando-se dentre essas, espécies da família Asteracea, principalmente do gênero *Baccharis*. O mesmo autor relata ainda aumento expressivo de biomassa em apenas dois anos, após retirada do gado.

Ainda nesse mesmo contexto, o aumento da biomassa aérea total do estrato herbáceo, em área protegida, é mutuamente causa e consequência da melhoria na estrutura do solo, devido, sobretudo à presença de sistemas radiculares eficientes no processo de formação dos agregados, o que, por conseguinte, influi diretamente na estrutura física desse componente

ambiental e no surgimento de espécies de maior porte (arbustivas), conferidas aos processos sucessionais.

Diversas pesquisas têm indicado relação significativa entre a resistência do solo à penetração e o desenvolvimento das raízes. Em trabalho de Taylor et al. (1966), constatou-se que mais de 60% das raízes adentraram no solo quando a resistência à penetração resultou em 2,3 kgf cm<sup>-2</sup>; porém quando a resistência aumentou para 4,5 kgf cm<sup>-2</sup> a penetração de raízes decresceu para 25%, cessando por completo quando a resistência à penetração chegou a 11,3 kgf cm<sup>-2</sup>.

A maior ocorrência de espécies forrageiras e arbustivas resulta em maior formação de agregados e maiores ofertas de matéria orgânica, refletindo em solos com menor densidade, maior aeração, maior capacidade de infiltração de água e conseqüentemente melhor estrutura. Em estudo realizado por Carassai et al. (2011), observou-se alterações na densidade do solo influenciadas pelas raízes das culturas de verão e compressibilidade, característica essa que permite a recuperação do componente edáfico após deformações que lhe foram impostas, por meio de pressões, no caso os autores relatam pisoteio por parte de cordeiros (ovinos).

Porém, conforme Oliveira e Pillar (2004), áreas totalmente excluídas de qualquer perturbação levam à invasão de arbustos, como confirmado no presente estudo por parte principalmente de representantes da família Asteraceae, o que muitas vezes ocasiona de acordo com Fidelis et al. (2010), perda de diversidade de espécies forrageiras e caracteres da fisionomia campestre. Para Nabinger (2000, apud GRACIOLI, 2010) a ocorrência de espécies cespitosas está diretamente relacionada à diminuição ou supressão do pastejo, sendo estes táxons considerados de baixa qualidade forrageira. Nesse âmbito, é indicado que haja um plano de manejo, visando o equilíbrio entre a proteção excessiva das áreas e ações perturbatórias para assegurar a estabilidade do habitat.

As diferenças entre pares das variáveis coletadas nas duas áreas de estudo, foram avaliadas por meio de testes-T de Student, para comparação de médias e comprovação das diferenças existentes, em nível de 95% de confiança ( $p < 0,05$ ). As variáveis: densidade aparente (0-10 e 10-20 cm), umidade gravimétrica (0-10 e 10-20 cm), resistência à penetração e biomassa aérea total do estrato herbáceo variam significativamente entre as duas áreas, enquanto que os valores de textura do solo (porcentagens de areia fina, areia grossa, silte e argila em 0-10 e 10-20 cm) não apresentam significativas alterações (Tabela 1). Em termos práticos, a quantificação da biomassa aérea total e a umidade gravimétrica apresentaram resultados superiores em área protegida, enquanto que os valores referentes à densidade aparente e resistência à penetração foram maiores em área de pastagem.

Concordando com os resultados encontrados para ausência de significativas variações na textura do solo, Ferreira (2010) afirma que esse fator representa uma das características físicas mais estáveis, indicando a distribuição quantitativa das partículas sólidas minerais. Pode-se observar que as diferenças estatísticas mais expressivas estão concentradas nas variáveis: resistência à penetração, biomassa aérea total do estrato herbáceo e umidade (10-20 cm).

Tabela 1 - Comparação de médias por meio de testes-T de Student entre pares de variáveis provindos de áreas com pastoreio (A1) e sem pastoreio (A2), Barra do Quaraí, RS, 2012.

VARIÁVEIS	n° A1	Média A1	Desvio padrão A1	n° A2	Média A2	Desvio padrão A2	F-relação Variância	df	p	Valor de t	P- Variância
Densidade 1	50	129,473	0,08369	50	111,258	0,08023	1,088,294	98	0	111,088	0,768308
Densidade 2	50	134,351	0,09674	50	109,892	0,083163	1,353,355	98	0	13,557	0,292948
Areia total 1	50	460,593	460,569	50	460,593	4,605,698	1	98	1	0	1
Areia fina1	50	25,809	32,247	50	25,809	322,472	1	98	1	0	1
Areia grossa1	50	202,503	351,655	50	202,503	3,516,556	1	98	1	0	1
Silte1	50	409,916	507,284	50	409,916	5,072,846	1	98	1	0	1
Argila1	50	12,952	17,346	50	12,952	173,464	1	98	1	0	1
Areia total 2	50	460,440	371,283	50	45,691	3,857,547	107,947	98	0,642087	0,46622	0,790045
Areia fina 2	50	251,145	462,684	50	251,515	3,995,761	1,340,822	98	0,965951	-0,0427	0,307987
Areia grossa 2	50	209,295	462,598	50	205,395	403,809	131,237	98	0,654336	0,44912	0,344589
Silte 2	50	408,459	408,154	50	408,869	414,552	1,031,595	98	0,96034	-0,0498	0,913745
Argila 2	50	13,11	177,183	50	13,422	1,771,001	1,000,938	98	0,380661	-0,8806	0,997394
Umi 1	50	156,744	300,285	50	18,228	3,394,082	1,277,544	98	0,00013	-39,844	0,394286
Umi 2	50	14,452	22,126	50	170,847	4,655,861	4,427,854	98	0,000483	-36,112	0,000001
RP	50	47,119	426,374	50	20,665	0,097347	1,918,395	98	0	438,604	0
Biomassa	50	690,388	243,792	50	166,831	6,840,785	7,873,557	98	0	-95,218	0

Em que: Densidade 1 = densidade aparente (0-10 cm); Densidade 2 = densidade aparente (10-20 cm); Areia total 1 = % areia total (0 – 10 cm); Areia fina 1= % areia fina (0-10 cm); Areia grossa 1 = % areia grossa (0-10 cm); Silte 1 = silte (0-10 cm); Argila 1 = % argila (0-10 cm); Areia total 2 = % areia total (10-20 cm); Areia fina 2 = % areia fina (10-20 cm); Areia grossa 2 = % areia grossa (0 -10 cm); Silte 2 = % silte (10-20 cm); Argila 2 = % argila (10-20 cm); Umi 1 = umidade gravimétrica (0-10 cm); Umi 2 = umidade gravimétrica (10-20 cm); RP = resistência à penetração; Biomassa = Biomassa aérea total do estrato herbáceo.

Conforme Proffitt et al. (1993 apud IMOHEFF et al., 2000) o pisoteio de ovinos e bovinos exerce pressões que podem atingir de 350 a 400 kPa, o que interfere diretamente na compressão e resistência à penetração. O tempo de exposição do solo às perturbações, segundo evidenciado por Magalhães et al. (2001), também influi sobre fatores como a resistência à penetração e a densidade global de solos florestais submetidos ao pastoreio. Tal

avaliação concorda com os resultados apresentados nesse estudo, posto que o histórico da área e do Rio Grande do Sul como um todo, engloba muitos anos de pecuária extensiva.

A maior diferença entre as médias observadas para densidade está na segunda profundidade (10-20 cm). Esse fato deve-se em parte pela inexistência de um maior volume de raízes e menor oferta de matéria orgânica, fatores esses que se fazem presentes nas camadas mais superficiais do solo. A influência dessas características incide beneficentemente sobre a estrutura edáfica. O que também está relacionado, segundo Reinert et al. (2008), à menor densidade observada nas primeiras camadas do solo, são os ciclos de umedecimento e secagem em um processo mais intenso de evaporação. Conforme Tormenta et al. (2001) esses ciclos vinculam-se também à diminuição da resistência do solo em profundidade, devido à formação de zonas de baixa resistência.

As possíveis correlações entre as variáveis ambientais supracitadas com a frequência das duas principais espécies (*P. affinis* e *V. caven*), presentes na regeneração natural de área alterada pelo pastoreio e área preservada da mesma perturbação, foram testadas por meio da correlação não-paramétrica de Spearman ou teste de correlação de Spearman. Este coeficiente é o mais antigo e também o mais conhecido para calcular o grau de correlação entre variáveis mensuradas em nível ordinal, chamado também de coeficiente de correlação por postos de Spearman, conforme Lira e Neto (2006).

Nesse mesmo contexto alguns estudos têm sido realizados objetivando correlacionar a vegetação com fatores ambientais. Estudos realizados na África e na América Central mostraram que as características edáficas influenciam a distribuição das espécies arbóreas em fisionomias similares à avaliada nesse trabalho, Kotchetkoff-Henriques et al. (2005) cita: NEWBERY e PROCTOR (1984); BASNET (1992); JOHNSTON (1992); CLARK et al., (1995, 1998, 1999); SWAINE (1996); CLARK (2002). A mesma relação foi observada em trabalhos que relacionam os tipos de solo com fisionomias de cerrado no Brasil Central, como em Felfili e Silva Júnior (1993).

Podem ser evidenciados, de acordo com as respostas do teste de correlação de Spearman, elementos significativamente correlacionados apenas com a frequência de *V. caven* no estrato regenerante, tais como: densidade aparente (0-10 cm e 10-20 cm), biomassa aérea total do estrato herbáceo e resistência à penetração. O teste de Spearman não mostrou correlação significativa entre as variáveis ambientais coletadas e a frequência de *P. affinis* em regeneração natural (Tabela 2). É, portanto, possível inferir com base nos resultados encontrados, que o único evento avaliado no presente estudo e vinculado à maior e menor frequência da espécie *P. affinis* é o pastejo.



Tabela 2 - Testes de correlação de Spearman entre variáveis ambientais e a frequência de *P. affinis* e *V. caven* em regeneração natural de Savana Estépica Parque, Barra do Quaraí, RS, 2012.

VARIÁVEIS	<i>P. affinis</i>	p	<i>V. caven</i>	p
Densidade aparente (0 - 10 cm)	rs = -0,3888	<0,0001	rs = <b>0,5216</b> *	<0,0001
Densidade aparente (10 - 20 cm)	rs = -0,316	0,0014	rs = <b>0,6061</b> *	<0,0001
Umidade gravimétrica (0 - 10 cm)	rs = 0,2613	0,0087	rs = -0,368	0,0002
Umidade gravimétrica (10 - 20 cm)	rs = 0,2287	0,0221	rs = -0,211	0,0352
% Areia total (0 - 10 cm)	rs = 0,0328	0,7462	rs = 0,0289	0,775
% Silte (0 - 10 cm)	rs = 0,0313	0,7572	rs = 0,052	0,6076
% Argila (0 - 10 cm)	rs = -0,105	0,297	rs = -0,149	0,14
% Areia total (10 - 20 cm)	rs = -0,0347	0,7316	rs = 0,1115	0,2693
% Silte (10 - 20 cm)	rs = -0,0171	0,8658	rs = -0,0591	0,5592
% Argila (10 - 20 cm)	rs = 0,0441	0,663	rs = -0,107	0,2904
Biomassa aérea total	rs = 0,242	0,015	rs = <b>-0,528</b> *	<0,0001
Resistência à penetração	rs = -0,37	0,0001	rs = <b>0,499</b> *	<0,0001

\* resultados significativos,  $p < 0,05$ .

De acordo com Marchiori e Longhi (1985) a ação do pastejo dificulta severamente o desenvolvimento de indivíduos jovens de *P. affinis*. Marchiori e Alves (2011) destacam que a espécie necessita de proteção se presente em regeneração natural de área com pastoreio, o que remete à preferência dessa, por parte dos animais pastadores. Em concordância com as afirmações supracitadas, Giménez et al. (2003) afirmam que o impacto ambiental causado em áreas de distribuição natural do gênero *Prosopis* pela criação de gado e o emprego do fogo no manejo de pastagens, está causando grandes danos a essa vegetação.

A espécie *V. caven*, encontra-se fortemente vinculada a escores negativos de biomassa aérea total e a escores positivos das variáveis: densidade aparente (0-10 e 10-20 cm) e resistência à penetração. Em termos práticos associa-se aos eventos de maior densidade e maior resistência à penetração, encontrados em área de pastagem.

Com isso, admite-se sua melhor adaptação a ambientes perturbados pela ação do pastejo e não obrigatoriamente sua preferência por condições adversas de solo. Em trabalho realizado por Giménez et al. (2003), é relatada a invasão de espécies dos gêneros *Acacia*, *Celtis* e *Mimosa* em áreas de pastagens. Vale destacar que a atual *V. caven* anteriormente pertencente ao gênero *Acacia*, denominava-se *Acacia caven*.

A mesma espécie demonstrou ainda estar negativamente correlacionada com o aumento da biomassa aérea total do estrato herbáceo, que por sua vez é diretamente ligada à disponibilidade de luz. Pode-se inferir que tal evento atrela-se ao caráter heliófilo da espécie e

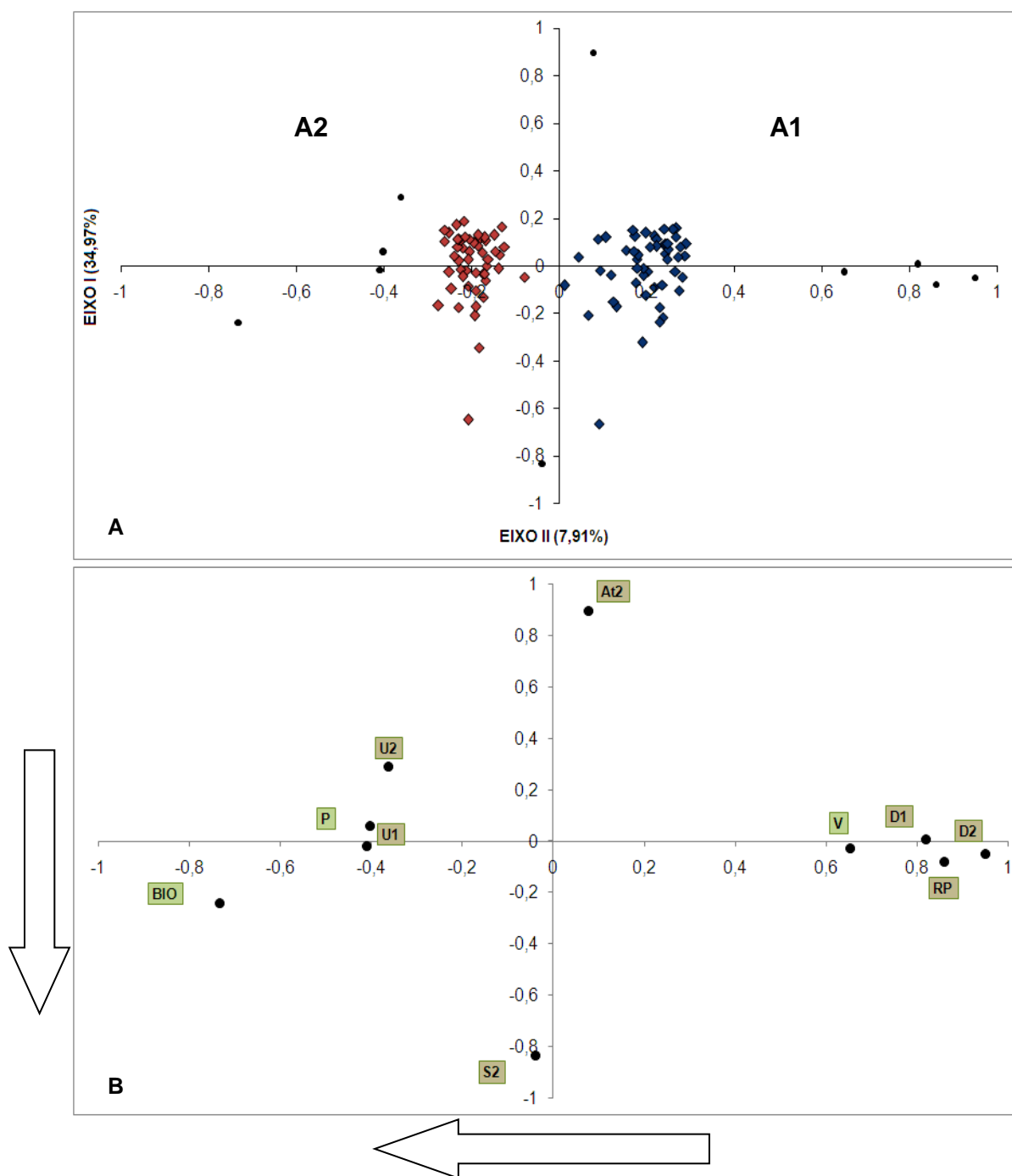
provavelmente ao processo de superação de dormência das sementes, já que o aumento do estrato herbáceo acarreta menor incidência de luz na superfície do solo. Os efeitos de espécies ruderais sobre a regeneração de espécies lenhosas, segundo Cheung et al. (2009), ainda são pouco conhecidos, porém com a maior cobertura do solo, as dificuldades para germinação e estabelecimento de espécies arbóreas seriam maiores, principalmente tratando-se de espécies heliófilas, como é o caso de *V. caven*.

Com a finalidade de realizar uma análise global e explorar as tendências de variação existentes entre as subunidades amostrais inseridas em ambas as áreas de estudo, bem como, com vistas a obter uma síntese da trajetória destas e das variáveis ambientais selecionadas, procedeu-se uma análise de ordenação realizada pelo método de coordenadas principais (PCoA). Conforme Vogel (2012) a análise de coordenadas principais é uma metodologia estatística de exploração e visualização de similaridade/dissimilaridade em dados multivariados, otimizando a representação da variabilidade de uma matriz com dados multidimensionais no espaço de ordenação com dimensionalidade reduzida.

Para ordenação das unidades amostrais baseada em atributos ambientais, foram selecionadas as seguintes variáveis de natureza edáfica e florística: densidade aparente do solo (0-10 e 10-20 cm), umidade gravimétrica (0-10 e 10-20 cm), resistência à penetração, % areia total (10-20 cm), % silte (10-20 cm), biomassa aérea total do estrato herbáceo e abundância das espécies *P. affinis* e *V. caven*. As variáveis: % areia total (0-10 cm), % areia fina (0-10 cm), % areia grossa (0-10 cm), % silte (0-10 cm) e % argila (0-10 e 10-20 cm), apresentaram variações menos significativas pelo teste-T de Student, sendo, portanto, excluídas dessa operação.

Foi constatado que 42,88 % das variações existentes entre o total de 100 subunidades amostrais estão explicadas nos 2 primeiros eixos da PCoA (Figura 6). O primeiro eixo, com autovalor igual à 7,4718, apresenta correlação significativa associada à escores positivos com as variáveis: densidade aparente (0-10 e 10-20 cm), resistência à penetração e abundância de *V. caven*, e à escores negativos com biomassa aérea total do estrato herbáceo, captando 34,97 % da variação.

Enquanto que o segundo eixo, com autovalor igual a 1,689, apresenta correlação significativa associada à escores positivos com % areia total (10-20 cm) e à escores negativos com % silte (10-20 cm), captando 7,905% da variação existente. No tocante às 100 subunidades amostrais instaladas em área com e sem pastoreio, em relação aos atributos florísticos e edáficos avaliados, pode-se observar uma distinta separação entre as mesmas, testemunhando a dissimilaridade entre as áreas (Figura 6A).



Em que: (A1) subunidades amostrais instaladas em áreas pastejada, (A2) subunidades amostrais instaladas em área protegida, variáveis: D1 = densidade aparente (0-10 cm); D2 = densidade aparente (10-20 cm); At 2 = % areia total (10-20 cm); S2 = % silte (10-20 cm); U1 = umidade gravimétrica (0-10 cm); U2 = umidade gravimétrica (10-20 cm); RP = resistência à penetração; Bio = Biomassa aérea total do estrato herbáceo; P = abundância de *Prosopis affinis*; V = abundância de *Vachellia caven*.

Figura 6 - Ordenação dos 2 primeiros eixos da análise de coordenadas principais (PCoA) das subunidades amostrais instaladas em área com e sem pastoreio em relação às variáveis florísticas e edáficas avaliadas, ordenação das 100 subunidades amostrais (6A), ordenação das variáveis florísticas e edáficas (6B), Barra do Quaraí, RS, 2012.

A análise produziu agrupamentos óbvios referentes às amostragens feitas nas duas áreas de estudo, separando-as. Em trabalho similar Catorci et al. (2011) avaliou por meio de PCoA a composição florística de duas áreas de pastagem na Itália, submetidas à diferentes tipo de manejo, obtendo resultados semelhantes aos evidenciados com a completa separação das duas áreas.

Quanto às respostas da vegetação à intensidade do pastejo, Guevara et al. (2006), evidenciou em vegetação xerofítica, por meio técnicas de análise multivariada três grupamentos distintos, identificados por caracteres florísticos e de condições edáficas. Boldrini et al. (1996) afirma que com a retirada do pastoreio a vegetação perde o agente mantenedor de sua condição inicial e tende à apresentar mudanças, o que confere com as variações evidenciadas em Savana Estépica Parque pela exclusão do pastoreio.

Os resultados, como um todo, apontam para existência de significativas divergências entre área de pastagem e área protegida, principalmente quanto à frequência de *V. caven* e *P. affinis*, espécies vinculadas respectivamente ao efeito do pastoreio e à influência do estrato herbáceo sobre a incidência de luz no solo. Quanto aos atributos edáficos avaliados, as mudanças ocorrentes ao longo de apenas cinco anos de proteção da área são notáveis, especialmente sobre a densidade aparente, umidade gravimétrica e resistência à compactação do solo.

## 5.6 Conclusões

De acordo com os resultados encontrados é possível inferir que:

As variáveis: resistência à penetração, densidade aparente, umidade gravimétrica e quantificação da biomassa aérea total do estrato herbáceo variaram significativamente entre as duas áreas de estudo. A variável textura não apresentou variações significativas, porém forneceu subsídios para classificação textural do solo, sendo esse composto por textura média.

Alguns fatores ambientais avaliados explicam a variação da abundância de *V. caven* em regeneração natural de Savana Estépica Parque, sendo essa inibida por condições de sombreamento do solo (maior biomassa aérea total do estrato herbáceo) e favorecida pela presença do pastoreio, prática que afeta diretamente as propriedades físicas do solo. Na ausência do pastoreio, *P. affinis* apresentou maior ocorrência de indivíduos, porém a espécie não mostrou correlação com nenhuma das variáveis avaliadas, podendo-se inferir, portanto, que provavelmente a frequência da espécie esteja ligada à ausência ou presença do pastejo.

As subunidades amostrais instaladas em área com e sem pastoreio, apresentam grande dissimilaridade, caracterizada principalmente pelas alterações ocorrentes nas propriedades físicas do solo e na vegetação natural, decorrentes respectivamente do pisoteio e pastejo dos animais. As notáveis alterações ocorreram em apenas cinco anos de exclusão da área.

## 5.7 Referências bibliográficas

AB'SABER, A. N. **Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil**. São Paulo: Departamento de Geografia, USP - Universidade de São Paulo, v. 3, p.45-48, 1967.

ALMEIDA, J. **O solo nos grandes domínios morfológicos do Brasil e desenvolvimento sustentado – Solo dos Pampas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 2088-2306, 1996.

BAUERMANN, S. G. et al. Dinâmicas vegetacionais, climáticas e do fogo com base em palinologia e análise multivariada no Quaternário tardio do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 87-96, 2008.

BOLDRINI, I. I.; EGGERS, L. Vegetação campestre do sul do Brasil: Dinâmica de espécies à exclusão do gado. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 10, n.1, p. 37-50, 1996.

CARASSAI, I. J. et al. Atributos físicos do solo sob intensidades de pastejo e métodos de pastoreio com cordeiros em integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n.10, p. 1284-1290, 2011.

CATORCI, A. et al. Functional differentiation of central apennine grasslands under mowing and grazing disturbance regimes. **Polish Journal of Ecology**, Dziekanów, v. 59, n. 1, p. 115 – 128, 2011.

CHEUNG, K. C.; MARQUES, M. C. M.; LIEBSCH, D. Relação entre a presença de vegetação herbácea e a regeneração natural de espécies lenhosas em pastagens abandonadas na Floresta Ombrófila Densa do Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santa, v. 23, n. 4, p.1048 – 1056, 2009.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Rio de Janeiro: 1997. 212p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: 1999. 412p.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; LÍBANO, A. M.; VENTUROLI, F.; PEREIRA, B. A. S. **Análise multivariada em estudos de vegetação**. Brasília: Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2007. 60p.

FELFILI, J. M. e SILVA JÚNIOR, M. C. A comparative study of cerrado (sensu stricto) vegetation in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 9, n. 3, p. 277-289, 1993.

FERNANDES, M. C. **Geocologia do maciço da Tijuca-RJ: uma abordagem Geo-Hidroecológica**. 1998. 141f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

FERREIRA, M. M. Caracterização Física do solo. In: **van Lier, Q.J. (Ed.). Física do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, p. 1-28, 2010.

FIDELIS, A. et al. Fire intensity and severity in Brazilian *campos* grasslands. **Interciencia**. Caracas, v.35, n.10, p.739-745, 2010.

GALVÃO, L.; MARCHIORI, J. N. C. Vegetação arbórea do Parque Espinilho. In: ENCONTRO DE BOTÂNICOS DO RIO GRANDE DO SUL, II, 1985, São Leopoldo, **Anais...** São Leopoldo: Comum. Mus. Ci. PUCRS, 1985, p. 11-23.

GIMÉNEZ, A. M.; RÍOS, N. A.; MOGLIA, J. G. Crecimiento de *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron (Algarrobo negro) em Santiago del Estero, Argentina. **Foresta Veracruzana**, Xapala, v.5, n. 2, p. 17-22, 2003.

GIMÉNEZ, A. M. et al. Diversidad vegetal en siete unidades demostrativas del Chaco Semiárido Argentino. **Madera y Bosques**, México, v. 13, n.1, p. 61-78, 2007.

GRACIOLI, C.R. **Efeitos da silvicultura do eucalipto na dinâmica da vegetação em área de pecuária no Rio Grande do Sul, Brasil**. 2010. 143f. Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

GUEVARA, J. C.; ESTEVES, O. R.; STASI, C. R. Respuesta de la vegetación em um gradiente de intensidad de pastoreo em Mendoza, Argentina. **Multequina**, Mendoza, v.15, n. 1, p.27-36, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1.ed. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Sistema fitogeográfico, Inventários das formações florestais e campestres, Técnicas e manejo de coleções botânicas, Procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro: 1992. 92p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2.ed. **Manual técnico da vegetação Brasileira**: Sistema fitogeográfico, Inventários das formações florestais e campestres, Técnicas e manejo de coleções botânicas, Procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro: 2012. 271p.

IMOHHFETAL. et al. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 35, n. 7, p. 1493-1500, 2000.

KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O.; JOLY, C. A.; BERNACCI, L. Relação entre o solo e a composição florística de vegetação natural no Município de Ribeirão Preto, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, p. 541-562, 2005.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. 2nd edition. Amsterdam: Elsevier Science BV, 1998. 853p.

LIRA, S. A.; NETO CHAVES, A. Coeficientes de correlação para variáveis ordinais e dicotômicas derivados do Coeficiente Linear de Pearson. **Ciência & Engenharia**, Uberlândia, v. 15, n. 1 / 2, p.45 – 53, 2006.

MAGALHÃES, R. T. et al. Evolução das propriedades físicas de solos submetidos ao manejo do Sistema Barreirão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Brasília, v.31, n.1, p.7-13, 2001.

MARCHIORI, J. N. C.; LONGHI, S. J. Estrutura fitossociológica de uma associação natural de Parque Inhanduvá com Quebracho e Cina-cina, no Rio Grande do Sul. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, v.7, n.1, p.147-162, 1985.

MARCHIORI, J. N. C.; ALVES, F. S. O Inhanduvá (*Prosopis affinis* Sreng.) no Rio Grande do Sul. – Descrição de um parque natural na várzea do Rio Ibicuí, município de Cacequi. **Balduínia**, Santa Maria, v.1, n.27, p 8-14, 2011.

MULLER, Fº. I. L. **Notas para o estudo da Geomorfologia do Rio Grande do Sul**. Ministério de Educação e Cultura, Santa Maria: Imprensa Universitária. UFSM. Santa Maria 1970.

OLIVEIRA, J. M.; PILLAR, V. D. Vegetation dynamics on mosaics of Campos and Araucaria forest between 1974 and 1999 in Southern Brazil. **Community Ecology**, Akadémiai, v.5, n.2, p. 197-202, 2004.

PASTORE, U.; A.L.R.R. FILHO.; M. B. TEIXEIRA.; NETO, A. B. C. **Vegetação - Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de recursos naturais**. IBGE: 1986. Rio de Janeiro, v. 33, p. 541-620.

PILLAR, V. D.; de QUADROS, F. L. F. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. **Coenoses**, Gorizia, v. 12, n. 2/3, p. 119-126, 1997.

PILLAR, V. P.; MULLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. In: **Pillar, V.P. (Ed.). Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA. 2009. 408p.

REDIN, C. G. et al. Estrutura de *Prosopis affinis* em um fragmento preservado de Savana Estépica Parque, Barra do Quaraí, RS. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 11., 2011, Nova Prata. **Anais...**Nova Prata: 2011, p. 726-731.

REINERT, D. J. et al. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.1805-1816, 2008.

RORATO, D. G. **Fitossociologia de espécies nativas de mata ciliar no entorno do Reservatório Divisa, São Francisco de Paula, RS**. 2012. 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2012.

SCHORN, L. A. **Levantamento florístico e análise estrutural em três unidades edáficas em uma Floresta Ombrófila Densa Montana no Estado do Paraná**. 1992. 144f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 1992.

SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica para as ciências do comportamento**. Rio de Janeiro: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 350 p.

STRECK, E. V.; KAMPF, N.; SIMÃO, R. e DINIZ, D. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. Porto Alegre: EMATER - RS, 2008. 222p.

SUNDRIYAL, R. C. Structure, productivity and energy flow in an alpine grassland in the Garhwal Himalaya. **Journal of Vegetation Science**, v. 3, n.1, p.15-20, 1992.

TAYLOR, H. M.; ROBERSON, G. M.; PARKER, J. J. Soil strength-root penetration relations to medium to coarse textured soil materials. **Soil Science**, Baltimore, v.102, n. 2 p.18-22, 1966.

TORMENTA, C. A. et al. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 4, p. 795-801, 2002.

VARGAS, O.; PREMAUER, J.; CÁRDENAS, C. A. Efecto del pastoreo sobre la estructura de la vegetación en un paramo húmedo de Colombia. **Ecotrópicos**, Venezuela, v.15, n.1, p.35-50, 2002.

VOGEL, C. **Estratégias de história de vida de peixes neotropicais em diferentes tipos de habitat**. 2012. 89f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2012.

WATZLAWICK, L. F. et al. Caracterização e dinâmica da vegetação de uma Savana Estépica Parque, Barra do Quaraí, RS. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.30, n. 64, p. 363-368, 2010.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral, o pastoreio vem sendo feito, em várias partes do mundo, em especial no Rio Grande do Sul, sem considerar adequadamente a conservação dos recursos naturais. Para isso, estudos investigativos quanto às influências causadas por essa prática, servem como ferramenta fundamental, objetivando o equilíbrio entre produção e conservação da flora nativa.

Nesse contexto, o presente estudo avaliou alterações ocorrentes em variáveis edáficas e na vegetação natural pela prática do pastoreio, verificando que existem significativas diferenças nos fatores referentes à composição de espécies na regeneração natural arbórea, resistência do solo à penetração, densidade aparente e umidade gravimétrica do solo, bem como biomassa aérea total do estrato herbáceo.

As espécies *Vachellia caven* e *Prosopis affinis*, foram as que apresentaram maiores diferenças na frequência de indivíduos e em atributos estruturais, em condições de exclusão e exposição da área ao pastejo. A primeira espécie possui maior adaptabilidade a ambientes pastejados, porém é inibida pelo aumento do estrato herbáceo e conseqüentemente pela menor incidência de luz sobre o solo em condições de proteção da área, o que evidencia o fato de possuir caráter extremamente heliófilo.

Quanto à *Prosopis affinis*, fica evidente com base nos resultados encontrados que trata-se de uma espécie ameaçada, não por condições de solo ou do estrato herbáceo, mas pelo próprio pastejo. As variáveis edáficas relacionam-se apenas à assiduidade de *Vachellia caven*, porém deve-se observar que essa espécie vincula-se à ambientes sob pastejo e não à condições adversas de solo, como as existentes em área de pastagem.

Cabe ressaltar a grande alteração ocorrente nas variáveis citadas em apenas cinco anos de exclusão, de modo que as duas áreas de estudo são estatisticamente díspares. Referente ao apresentado, fica implícito que existe necessidade de maiores estudos referentes ao impacto do pastoreio sobre a vegetação de Savana Estépica Parque, especialmente quanto à atributos químicos do solo, diversidade de espécies do estrato herbáceo e densidade adequada de animais sob uma determinada área de pastagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI Neto, F.; SRINIVASAN, V.S. Efeito do desmatamento da caatinga sobre as perdas de solo e água de um Luvissole em Sumé (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 121-128, 2001.
- APG. ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: **APG III**. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 161, p. 105-121, 2009.
- BAUERMAN, S.G., et al. Dinâmicas vegetacionais, climáticas e do fogo com base em palinologia e análise multivariada no Quaternário tardio do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 87-96, 2008.
- BAZZAZ, F.A. Characteristics of populations in relation to disturbance in natural and man-modified ecosystems. In: **Mooney, H.A. e Godron, M. (Eds.). Disturbance and ecosystems**. Berlin: SpringerVerlag. New York, p. 259-275, 1983.
- BEHLING, H.; PIERUSCHKA, V.J.; SCHULER, L; PILLAR, V.P. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário tardio. In: **Pillar, V.P. (Ed.). Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, p. 13-25, 2009.
- BERTOL, I.; CIPRANDI, O.; KURTZ, C. & BAPTISTA, A.S. Persistência dos resíduos de aveia e milho sobre a superfície do solo em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, n. 4, p. 705-712, 1998.
- BOLDRINI, I. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociências/UFRGS**, Porto Alegre, n. 56, p. 1-39. 1997.
- BOLDRINI, I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: **Pillar, V.P. (Ed.). Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA. p. 63-77, 2009.
- BOLZON, R.T. & MARCHIORI, J.N.C. A vegetação no Sul da América: Perspectiva Paleoflorística. **Ciência & Ambiente**, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, v.1, n. 24, p. 5-24, 2002.
- BURKART, A. Evolution of grasses and grasslands in South America. **Taxon**, Bratislava, v. 24, n. 1, p. 53-66, 1975.
- CABRERA, A. L.; WILLINK, A. **Biogeografia de America Latina**, 2.ed., Washington, OEA, 1980.
- CAMPOS, E. P. Composição florística de um trecho de cerradão e cerrado sensu stricto e sua relação com o solo na Floresta Nacional (FLONA) de Paraopeba, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v 30, n. 3, p. 471-479, 2006.
- COSTA, F. S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas de plantio direto e

preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, p. 527–535, 2003.

DEL PUERTO, O. **La extensión de las formaciones arbóreas primitivas en el Uruguay**. Notas técnicas. Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay, 1987. 16p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FELFILI, J.M. et al. **Análise multivariada em estudos de vegetação**. Brasília: Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2007. 60p.

GARCIA, I. S.; ALVES, Y. M. B. e TEIXEIRA, M. B. **Vegetação Atual da Região Sul**. Ministério do Interior, Superintendência do Desenvolvimento da Região Sul, Porto Alegre, 1978. 108p.

GALVÃO, L.; MARCHIORI, J. N. C. Vegetação arbórea do Parque Espinilho. In: ENCONTRO DE BOTÂNICOS DO RIO GRANDE DO SUL, II, 1985, São Leopoldo, **Anais...** São Leopoldo: Comum. Mus. Ci. PUCRS, 1985. p. 11-23.

GALVANI, R. F. **Vegetação e aspectos ecológicos do parque Estadual do Espinilho, Barra do Quaraí, RS**. 2003, 193f. Tese de Doutorado (Doutorado em Botânica), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2003.

GERHARDT, E. J.; FINGER, C. A. G.; LONGHI, S. J.; SCHUMACHER, M. V. Contribuição da análise multivariada na classificação de sítios em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., baseada nos fatores físicos e morfológicos do solo e no conteúdo de nutrientes da serrapilheira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 41- 57, 2001.

GOTELLI, N. J.; COLWELL, R.K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecological Letters**, Wiley-Blackwell, v.4, n.4, p. 379–391, 2001.

GOWER, J. C. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. **Biometrika**, Oxford Journals, London, v. 53, n. 3/4, p. 325–338, 1966.

HAIR JUNIOR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. Tradução: Adonai Schlup Sant’Anna e Anselmo Chaves Neto, 5 ed., Porto Alegre: Bookman, 2005. 593p.

HILGERT, N. I.; PERSIERO, J. F.; MARINO, G.; LEWIS, J. P. & D’ANGELO, C. Vegetation of the Saladillo area (Province of Santa Fe) in the south of the Chaco, Argentina. **Interciencia**, Caracas, v.28, n.9, p.1-27, 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Sistema fitogeográfico, Inventários das formações florestais e campestres, Técnicas e manejo de coleções botânicas, Procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro: 1992. 92p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2.ed. **Manual técnico da vegetação Brasileira**: Sistema fitogeográfico, Inventários das formações florestais e campestres, Técnicas e manejo de coleções botânicas, Procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro: 2012. 271p.

KANIESKI, M. R. **Caracterização florística, diversidade e correlação ambiental na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS**. 2010, 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil, 2010.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos multivariados**. Texto didático, UNESP, Campus de Rio Claro, Departamento de Geologia Aplicada, Laboratório de Geomática, 2002. 120p.

LEITE, P.F.; KLEIN, R.M. Vegetação. In: **IBGE Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro, p.113-150, 1990.

LINDMAN, C.A.M. **A vegetação no Rio Grande do Sul**. EDUSP/Itatiaia, São Paulo/ Belo Horizonte, Brasil, 1906. 377p.

MARCHIORI, J.N.C; LONGHI, S.J. e GALVÃO, L. O gênero *Prosopis* L. (Leguminosae Mimosoideae) no Rio Grande do Sul. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 5, p. 171-177, 1983.

MARCHIORI, J.N.C.; LONGHI, S.J. Estrutura fitossociológica de uma associação natural de Parque Inhanduvá com Quebracho e Cina-cina, no Rio Grande do Sul. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, v.7, n. 1, p.147-162, 1985.

MARCHIORI, J. N. C.; LONGHI, S. J.; GALVÃO, L. Composição florística e estrutura do Parque de Inhanduvá no Rio Grande do Sul. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.15, n.4, p.319-334, 1985.

MARTIUS, C. F. Ph. V. A Fisionomia do Reino Vegetal no Brasil. Boletim Geográfico - Conselho Nacional de Geografia, Rio de Janeiro, nº 95, p. 1294-1311, 1951.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Seção de Geografia, 1961. 46p.

MORRIS, M.G. The effects of structure and its dynamics on the ecology and conservation of arthropods in British grasslands. **Biological conservation**, Philidelphia, v. 95, n.2, p. 129-142, 2000.

MEUNIER, I.M.J; SILVA. J.A.A.; FERREIRA, R.L.C. **Inventário florestal: Programas de Estudo**. Imprensa Universitária da UFRPE, Recife, 2001.189p.

NABINGER, C.; MARASCHIN, G.E.; MORAES, A. Pasture related problems in beef cattle production in southern Brazil. In: GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999. p. 23-48.

NAPPO, M. E., FONTES, M. A. L., OLIVEIRAFILHO, A. T. Regeneração natural em sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Bentham, implantados em áreas

mineradas, em Poços de Caldas, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 297-307, 2000.

NUNES, G.P. **Estudo florístico de formações chaquenhas brasileiras e caracterização estrutural de um remanescente de Chaco de Porto Murtinho, MS, Brasil**. 2006, 77f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2006.

OVERBECK et al. Os campos sulinos: um bioma negligenciado. In: **Pillar, V.P. (Ed.). Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA. p. 26-41, 2009.

PILLAR, V. D.; de QUADROS, F. L. F. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. **Coenoses**, Gorizia, v. 12, n. 2/3, p. 119- 126, 1997.

PILLAR, V. P.; MULLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. In: **Pillar, V.P. (Ed.). Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA. 2009, 408p.

PONTES, A. C. F. **Análise de variância multivariada com a utilização de testes não-paramétricos e componentes principais baseados em matrizes de postos**. 2005, 106f. Tese de Doutorado (Doutorado em Agronomia) – ESALQ / USP, São Paulo, 2005.

PORTO , M. L. Os campos sulinos – sustentabilidade e manejo. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 119 -137, 2002.

QUADROS, F. L. F.; PILLAR, V. D. Transições floresta-campo no Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 24, n.5, p. 109-118, 2002.

QUADROS, F. L. F. de; PILLAR, V. D. Dinâmica vegetacional em pastagem natural submetida a tratamentos de queima e pastejo. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.5, p. 863-868, 2001.

QUEIROZ, J. A. et al. Análise da estrutura fitossociológica da Serra do Monte, Boqueirão, Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, João Pessoa, v. 6, n. 1, p. 251-259, 2006.

RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. 2ed. Editora Selbach, Porto Alegre, RS, 1956, 471p.

REGO, B.N. et al. Florística e estrutura horizontal de um fragmento de Floresta Atlântica no município de Pau d' alho-PE, In: IV JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE, 2004, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: Imprensa Universitária, UFRPE, 2004. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br/rbma/downloads/flor-estr.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

NABINGER, C.; MARASCHIN, G.E.; MORAES, A. Pasture related problems in beef cattle production in southern Brazil. In: GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999. p. 23-48.

REICHERT, J.M., et al. Mecânica do Solo. In: **Lier, Q.J.V. (Ed.). Física do Solo.** Sociedade Brasileira de Física do Solo, Viçosa, p. 29-102, 2010.

REINERT, D.J., et al. **Qualidade Física do solo.** Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, Material didático, 2006. 23p.

REITZ, R; KLEIN, R. M; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre Rio Grande do Sul: Secretaria da Agricultura e de Abastecimento, 1983. 524p.

RESENDE, M. et al. **Pedologia: base para distinção de ambientes.** 4. ed. Viçosa: NEPUT, p. 237 – 257. 2002.

ROSOLEM, C. A.; ALMEIDA, A. C. S.; SACRAMENTO, L. V. S. Sistema radicular e nutrição da soja em função da compactação do solo. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 2, p. 259-266, 1994.

SARMIENTO, G. The savannas of tropical america. In: **D. W. Goodall (ed.), Ecosystems of the world – Tropical Savannas.** Elsevier, Amsterdam, p. 245-288, 1983.

SCHNEIDER, P. R.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. Influência do pisoteio de bovinos em áreas florestais. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 1, n. 9, p.19-23, 1979.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. **Manejo sustentado de florestas inequidêneas heterogêneas.** Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Pesquisas Florestais. 2000. 174 p.

SOARES, A. B. **Morfogênese de gramíneas nativas do Rio Grande do Sul (Brasil) submetidas a pastoreio rotativo.** 2012, 83f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

SOSINSKI JÚNIOR, E. E. **Modelos de simulação espacial de efeitos de pastejo em vegetação campestre.** 2005, 125f. Tese de Doutorado (Doutorado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SOSINSKI, E. E.; PILLAR, V. P. Respostas de tipos funcionais de plantas à intensidade de pastejo em vegetação campestre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.1, p.1-9, 2004.

SPURR, S.H; BARNES, B. V. **Forest ecology.** New York, Ronald Press, 1973, 571p.

TANSLEY A. G.; CHIP T. F. **Aims and Methods in the Study of Vegetation.** Whitefriars, London, 1926. 383p.

TEIXEIRA, M. B.; COURA-NETO, A. B.; PASTORE, U.; RANGEL FILHO, A. L. R. Vegetação; as regiões fitoecológicas, sua natureza, seus recursos econômicos; estudo fitogeográfico. In: **Levantamento de recursos naturais. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Rio de Janeiro, v.33, p.541-632, 1986.

TORMENA, C. A.; SILVA, A. P.; LIBARDI, P. L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 4, p.573-581, 1998.

TORRES, J. L. R. et al. Resistência à penetração em área de pastagem de capim tifton, influenciada pelo pisoteio e irrigação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 232-239, 2012.

TORTORELLI, L. A. **Maderas y bosques argentinos**. ACME, Ciencias Biológicas y Agronómicas, Buenos Aires, 1956. 910 p.

VALENTIN, J. L. Agrupamento e ordenação. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v.2, n. 1, p. 27-55. 1995.

VELOSO, H.P.; GÓES-FILHO, L. Fitogeografia brasileira - classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. **Boletim Técnico do Projeto RADAMBRASIL - Série Vegetação**, 1982. 80p.

WAECHTER, J. L. Padrões geográficos na flora atual do Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente**. Santa Maria, v.24, p.93-108, 2002.

ZHAO, W. Y.; LI, J. L.; QI, J.G. Changes in vegetation diversity and structure in response to heavy grazing pressure in the Northern Tianshan Mountains, China. **Journal of Arid Environments**, v. 68, n. 3, p. 337-508, 2006.

## APÊNDICES

### Capítulo II - Influência de variáveis edáficas no estrato regenerante em fragmento de Savana Estépica Parque sob e livre de pastoreio, Barra do Quaraí, RS

#### Apêndice A - Resultados das análise de textura do solo em profundidade de 0 – 10 cm, em 50 subunidades alocadas em ambas as áreas de estudo, Barra do Quaraí, RS, 2013.

PROFUNDIDADE 0 - 10 cm						
ÁREA	UNIDADE AMOSTRAL	At (%)	Af (%)	Ag (%)	S (%)	Arg (%)
Com pastoreio	1	49.5405	18.875	30.6655	39.4595	11
	2	41.2398	25.875	15.3648	45.6102	13.15
	3	40.042	24.65	15.392	47.008	12.95
	4	43.6451	26.125	17.5201	43.1549	13.2
	5	44.2543	27.05	17.2043	41.6957	14.05
	6	54.0892	24.35	29.7392	30.1608	15.75
	7	44.0274	26.325	17.7024	40.9226	15.05
	8	45.4619	25.65	19.8119	40.4881	14.05
	9	42.176	24.075	18.101	44.274	13.55
	10	42.4812	25.275	17.2062	42.5188	15
	11	49.4163	25.65	23.7663	35.3837	15.2
	12	45.6618	26.35	19.3118	41.5882	12.75
	13	47.1162	29.075	18.0412	39.1838	13.7
	14	45.1168	25.525	19.5918	41.5332	13.35
	15	54.653	32.575	22.078	35.647	9.7
	16	46.5869	24.6	21.9869	43.5131	9.9
	17	44.3432	23.9	20.4432	43.2568	12.4
	18	43.4317	25.9	17.5317	47.9683	8.6
	19	43.9938	25.775	18.2188	42.7062	13.3
	20	41.7327	24.875	16.8577	44.1673	14.1
	21	47.932	24.8	23.132	40.868	11.2
	22	44.4451	25.175	19.2701	40.6549	14.9
	23	46.2797	30.225	16.0547	41.8703	11.85
	24	44.4637	17.4	27.0637	43.2863	12.25
	25	44.8844	25.75	19.1344	43.2656	11.85
	26	44.022	26.2	17.822	43.378	12.6
	27	43.1943	27.45	15.7443	43.0557	13.75
	28	43.5802	22.85	20.7302	42.9698	13.45
	29	45.4855	24.425	21.0605	42.0145	12.5
	30	69.1569	38.475	30.6819	13.3931	17.45
	31	49.1715	24.025	25.1465	40.4785	10.35
	32	41.7215	21.075	20.6465	45.8285	12.45
	33	42.5399	22.725	19.8149	45.4601	12
	34	50.5775	29.2	21.3775	38.3225	11.1
	35	46.472	27.05	19.422	41.928	11.6
	36	49.6604	29.325	20.3354	40.1396	10.2
	37	42.0816	21.725	20.3566	45.4184	12.5
	38	46.38	27.15	19.23	40.42	13.2
	39	48.2642	28.875	19.3892	39.9858	11.75
	40	49.8362	29.275	20.5612	37.9638	12.2
	41	46.4186	26.9	19.5186	41.4314	12.15

Continua...



## Apêndice A – Continuação

PROFUNDIDADE 0 - 10 cm						
ÁREA	UNIDADE AMOSTRAL	At (%)	Af (%)	Ag (%)	S (%)	Arg (%)
	42	45.8816	27.225	18.6566	42.4684	11.65
	43	42.5728	24.95	17.6228	43.5272	13.9
	44	47.6934	26.05	21.6434	39.6066	12.7
	45	43.0054	25.75	17.2554	43.6946	13.45
	46	41.2738	22.625	18.6488	42.8262	15.9
	47	50.0736	27.9	22.1736	36.0264	13.9
	48	46.616	24.525	22.091	39.634	13.75
	49	43.676	24.575	19.101	41.524	14.8
	50	46.599	24.3	22.299	37.901	15.5
Sem pastoreio	51	41.2398	25.875	15.3648	45.6102	13.15
	52	40.042	24.65	15.392	47.008	12.95
	53	43.6451	26.125	17.5201	43.1549	13.2
	54	44.2543	27.05	17.2043	41.6957	14.05
	55	54.0892	24.35	29.7392	30.1608	15.75
	56	44.0274	26.325	17.7024	40.9226	15.05
	57	45.4619	25.65	19.8119	40.4881	14.05
	58	42.176	24.075	18.101	44.274	13.55
	59	42.4812	25.275	17.2062	42.5188	15
	60	49.4163	25.65	23.7663	35.3837	15.2
	61	45.6618	26.35	19.3118	41.5882	12.75
	62	47.1162	29.075	18.0412	39.1838	13.7
	63	45.1168	25.525	19.5918	41.5332	13.35
	64	54.653	32.575	22.078	35.647	9.7
	65	46.5869	24.6	21.9869	43.5131	9.9
	66	44.3432	23.9	20.4432	43.2568	12.4
	67	43.4317	25.9	17.5317	47.9683	8.6
	68	43.9938	25.775	18.2188	42.7062	13.3
	69	41.7327	24.875	16.8577	44.1673	14.1
	70	47.932	24.8	23.132	40.868	11.2
	71	44.4451	25.175	19.2701	40.6549	14.9
	72	46.2797	30.225	16.0547	41.8703	11.85
	73	49.5405	18.875	30.6655	39.4595	11
	74	44.4637	17.4	27.0637	43.2863	12.25
	75	44.8844	25.75	19.1344	43.2656	11.85
	76	44.022	26.2	17.822	43.378	12.6
	77	43.1943	27.45	15.7443	43.0557	13.75
	78	43.5802	22.85	20.7302	42.9698	13.45
	79	45.4855	24.425	21.0605	42.0145	12.5
	80	69.1569	38.475	30.6819	13.3931	17.45
	81	49.1715	24.025	25.1465	40.4785	10.35
	82	41.7215	21.075	20.6465	45.8285	12.45
	83	42.5399	22.725	19.8149	45.4601	12
	84	50.5775	29.2	21.3775	38.3225	11.1
	85	46.472	27.05	19.422	41.928	11.6
	86	49.6604	29.325	20.3354	40.1396	10.2
	87	42.0816	21.725	20.3566	45.4184	12.5
	88	46.38	27.15	19.23	40.42	13.2
	89	48.2642	28.875	19.3892	39.9858	11.75
	90	49.8362	29.275	20.5612	37.9638	12.2

Continua...

## Apêndice A – Conclusão

PROFUNDIDADE 0 - 10 cm						
ÁREA	UNIDADE AMOSTRAL	At (%)	Af (%)	Ag (%)	S (%)	Arg (%)
	91	46.4186	26.9	19.5186	41.4314	12.15
	92	45.8816	27.225	18.6566	42.4684	11.65
	93	42.5728	24.95	17.6228	43.5272	13.9
	94	47.6934	26.05	21.6434	39.6066	12.7
	95	43.0054	25.75	17.2554	43.6946	13.45
	96	41.2738	22.625	18.6488	42.8262	15.9
	97	50.0736	27.9	22.1736	36.0264	13.9
	98	46.616	24.525	22.091	39.634	13.75
	99	43.676	24.575	19.101	41.524	14.8
	100	46.599	24.3	22.299	37.901	15.5

Sendo: At – Areia total %; Af – Areia fina %; Ag – Areia grossa %; S – Silte %; Arg – Argila %.

## Apêndice B - Resultados para análise de textura do solo em profundidade de 10 – 20 cm, em 50 subunidades alocadas em ambas as áreas de estudo, Barra do Quaraí, RS, 2013.

PROFUNDIDADE 10 - 20 cm						
Área	Subunidade	At (%)	Af (%)	Ag (%)	S (%)	Arg (%)
Com pastoreio	1	44.5558	23.425	21.1308	44.7942	10.65
	2	46.5077	27.1	19.4077	43.7923	9.7
	3	48.1181	27.45	20.6681	36.6319	15.25
	4	49.0508	27.8	21.2508	36.8492	14.1
	5	42.9619	26.275	16.6869	41.1881	15.85
	6	42.9182	24.05	18.8682	42.2818	14.8
	7	46.7896	27.675	19.1146	39.3604	13.85
	8	50.4687	30.425	20.0437	37.8313	11.7
	9	51.1493	29.6	21.5493	37.3007	11.55
	10	44.6984	24.825	19.8734	40.1016	15.2
	11	37.177	23.9	13.277	49.873	12.95
	12	45.2213	26.5	18.7213	43.4287	11.35
	13	46.6623	27.925	18.7373	39.8877	13.45
	14	30.9513	11.475	19.4763	60.9487	8.1
	15	47.6369	27.625	20.0119	37.6131	14.75
	16	46.3028	28.1	18.2028	41.2472	12.45
	17	44.0843	24.9	19.1843	43.3157	12.6
	18	47.4799	21.35	26.1299	38.8701	13.65
	19	46.0706	27.55	18.5206	40.4294	13.5
	20	44.0664	14.3	29.7664	42.9836	12.95
	21	47.8667	14.525	33.3417	38.9833	13.15
	22	44.2879	29.25	15.0379	42.2621	13.45
	23	51.8612	19.625	32.2362	37.6388	10.5
	24	50.4139	29.775	20.6389	38.9361	10.65
	25	45.5148	25.4	20.1148	39.9352	14.55
	26	49.5896	30	19.5896	39.1104	11.3

Continua...

## Apêndice B – Continuação

<b>PROFUNDIDADE 10 - 20 cm</b>						
<b>Área</b>	<b>Subunidade</b>	<b>At (%)</b>	<b>Af (%)</b>	<b>Ag (%)</b>	<b>S (%)</b>	<b>Arg (%)</b>
	27	47.3117	30.175	17.1367	39.7383	12.95
	28	49.13	27.65	21.48	38.97	11.9
	29	41.6053	21.4	20.2053	45.5947	12.8
	30	52.4818	19.175	33.3068	34.9182	12.6
	31	45.0852	23.85	21.2352	41.3648	13.55
	32	39.7711	22.925	16.8461	46.5789	13.65
	33	48.1168	28.725	19.3918	39.3332	12.55
	34	48.8078	26.925	21.8828	39.7922	11.4
	35	45.4646	26.575	18.8896	39.5354	15
	36	44.3695	25.725	18.64448	39.33052	16.3
	37	40.4798	22.425	18.05479	44.67021	14.85
	38	47.1162	29.075	18.04121	39.18379	13.7
	39	47.3315	24.35	22.98154	37.76846	14.9
	40	46.5077	27.1	19.40768	43.79232	9.7
	41	48.1181	27.45	20.66806	36.63194	15.25
	42	49.0508	27.8	21.25079	36.84921	14.1
	43	46.0706	27.55	18.52065	40.42935	13.5
	44	44.0664	14.3	29.76642	42.98358	12.95
	45	47.8667	14.525	33.34168	38.98332	13.15
	46	44.2879	29.25	15.03794	42.26206	13.45
	47	48.1168	28.725	19.39177	39.33323	12.55
	48	48.8078	26.925	21.883	39.792	11.4
	49	45.4646	26.575	18.88962	39.53538	15
	50	44.3695	25.725	18.64448	39.33052	16.3
<b>Sem pastoreio</b>	51	46.5077	27.1	19.40768	43.79232	9.7
	52	48.1181	27.45	20.66806	36.63194	15.25
	53	47.956	26.225	21.73097	37.34403	14.7
	54	49.0508	27.8	21.25079	36.84921	14.1
	55	41.8859	23.4	18.48585	42.56415	15.55
	56	42.3122	24.175	18.13721	42.93779	14.75
	57	44.313	25.975	18.33798	41.48702	14.2
	58	48.0574	28.35	19.70737	38.29263	13.65
	59	42.9619	26.275	16.6869	41.1881	15.85
	60	42.9182	24.05	18.86816	42.28184	14.8
	61	46.7896	27.675	19.11459	39.36041	13.85
	62	47.2861	26.075	21.21112	37.96388	14.75
	63	44.5558	23.425	21.13078	44.79422	10.65
	64	50.4911	28.25	22.24107	35.75893	13.75
	65	50.4687	30.425	20.04366	37.83134	11.7
	66	51.1493	29.6	21.54935	37.30065	11.55
	67	44.6984	24.825	19.87343	40.10157	15.2
	68	37.177	23.9	13.27703	49.87297	12.95
	69	45.2213	26.5	18.72125	43.42875	11.35
	70	46.6623	27.925	18.73725	39.88775	13.45
	71	30.9513	11.475	19.47627	60.94873	8.1
	72	41.898	25.125	16.77299	43.60201	14.5
	73	45.8938	27.325	18.56883	38.75617	15.35
	74	47.6369	27.625	20.01188	37.61312	14.75
	75	46.3028	28.1	18.20282	41.24718	12.45

Continua...

**Apêndice B – Conclusão**

<b>PROFUNDIDADE 10 - 20 cm</b>						
<b>Área</b>	<b>Subunidade</b>	<b>At (%)</b>	<b>Af (%)</b>	<b>Ag (%)</b>	<b>S (%)</b>	<b>Arg (%)</b>
	76	44.0843	24.9	19.18429	43.31571	12.6
	77	47.4799	21.35	26.12994	38.87006	13.65
	78	46.0706	27.55	18.52065	40.42935	13.5
	79	44.0664	14.3	29.76642	42.98358	12.95
	80	47.8667	14.525	33.34168	38.98332	13.15
	81	44.2879	29.25	15.03794	42.26206	13.45
	82	51.8612	19.625	32.23618	37.63882	10.5
	83	50.4139	29.775	20.63888	38.93612	10.65
	84	46.1207	24.325	21.79569	38.67931	15.2
	85	45.5148	25.4	20.11483	39.93517	14.55
	86	49.5896	30	19.58959	39.11041	11.3
	87	47.3117	30.175	17.13673	39.73827	12.95
	88	49.13	27.65	21.48004	38.96996	11.9
	89	41.6053	21.4	20.20533	45.59467	12.8
	90	52.4818	19.175	33.30675	34.91825	12.6
	91	43.6535	24.425	19.22855	39.74645	16.6
	92	45.0852	23.85	21.23515	41.36485	13.55
	93	39.7711	22.925	16.84605	46.57895	13.65
	94	48.1168	28.725	19.39177	39.33323	12.55
	95	48.8078	26.925	21.88277	39.79223	11.4
	96	42.3246	23.2	19.12459	44.02541	13.65
	97	45.4646	26.575	18.88962	39.53538	15
	98	44.3695	25.725	18.64448	39.33052	16.3
	99	40.4798	22.425	18.05479	44.67021	14.85
	100	47.3315	24.35	22.98154	37.76846	14.9

Sendo: At – Areia total %; Af – Areia fina %; Ag – Areia grossa %; S – Silte %; Arg – Argila %.

**Apêndice C - Testes de correlação de Spearman entre variáveis ambientais e a frequência de *P. affinis* e *V. caven* em regeneração natural de Savana Estépica Parque, Barra do Quaraí, RS, 2013.**

Spearman Correlation Coefficients, N = 100														
Prob >  r  under H0: Rho=0														
	DEN1	DEN2	ATOT	SILTE	ARG	ATOT2	SILTE2	ARG2	RP	UMI	UMI2	BIO	P	V
DEN1	1													
DEN2	0.6767	1												
	<.0001													
ATOT	0.0368	-0.12	1											
	0.716	0.234												
SILTE	-0.0175	0.1372	-0.878	1										
	0.8632	0.1736	<.0001											
ARG	-0.0966	-0.042	-0.239	-0.158	1									
	0.3388	0.6752	0.0167	0.1168										
ATOT2	0.0785	0.0368	0.0378	0.0992	-0.238	1								
	0.4378	0.7165	0.7089	0.326	0.017									
SILTE2	-0.1004	0.0307	-0.119	0.027	0.184	-0.8455	1							
	0.3205	0.762	0.2369	0.7897	0.067	<.0001								
ARG2	-0.0126	-0.1	0.0883	-0.179	0.109	-0.2926	-0.1945	1						
	0.9012	0.3228	0.3826	0.074	0.278	0.0031	0.0525							
RP	0.6666	0.76	-0.1	0.0476	0.105	0.0432	-0.0508	0.0102	1					
	<.0001	<.0001	0.3227	0.6385	0.301	0.6696	0.6158	0.9201						
UMI	-0.4178	-0.381	-8E-04	0.0451	-0.003	-0.0286	0.0441	-0.042	-0.35	1				
	<.0001	<.0001	0.9934	0.6559	0.974	0.7774	0.6634	0.6779	4E-04					
UMI2	-0.3025	-0.36	-0.059	0.0902	0.031	0.1383	-0.1524	0.0552	-0.31	0.4841	1			
	0.0022	0.0002	0.5572	0.3721	0.76	0.17	0.1301	0.5858	0.002	<.0001				
BIO	-0.528	-0.597	-0.138	0.0849	0.074	-0.2105	0.1423	0.1112	-0.65	0.179	0.2122	1		
	<.0001	<.0001	0.1709	0.4012	0.462	0.0355	0.1578	0.2707	<.0001	0.0748	0.0341			
P	-0.3888	-0.316	0.0328	0.0313	-0.105	-0.0347	-0.0171	0.0441	-0.37	0.2613	0.2287	0.242	1	
	<.0001	0.0014	0.7462	0.7572	0.297	0.7316	0.8658	0.663	1E-04	0.0087	0.0221	0.015		
V	0.5216	0.6061	0.0289	0.052	-0.149	0.1115	-0.0591	-0.107	0.499	-0.368	-0.211	-0.528	-0.26	1
	<.0001	<.0001	0.775	0.6076	0.14	0.2693	0.5592	0.2904	<.0001	0.0002	0.0352	<.0001	0.01	

Em que: DEN1 = densidade aparente (0-10 cm), DEN2 = densidade aparente (10-20 cm), ATOT = % de areia total (0-10 cm), SILTE = % de silte(0-10 cm), ARG = % de argila(0-10 cm), ATOT = % areia total (10-20 cm), SILTE 2 = % silte (10-20 cm), ARG2 = % argila (10-20 cm), RP = resistência à penetração, UMI = umidade gravimétrica (0-10 cm), UMI 2 = umidade gravimétrica (10-20 cm), BIO = biomassa aérea total do estrato herbáceo, P = frequência de *P. affinis*, V = frequência de *V. caven*.

**Apêndice D - Escores das 100 subunidades nos primeiros seis eixos pela Análise de Coordenadas Principais (PCoA). Barra do Quaraí, RS, 2013.**

Área	Subunidade	Eixo 1:	Eixo 2:	Eixo 3:	Eixo 4:	Eixo 5:	Eixo 6:
Com pastoreio	1	0.11315	-0.11173	0.062378	-0.16649	-0.01637	0.023941
	2	0.37783	-0.08771	-0.01401	0.09237	-0.024	-0.0149
	3	0.29382	0.11367	0.015409	0.029707	0.025642	0.011494
	4	0.3506	0.10051	0.093199	0.022919	0.077527	-0.04302
	5	0.24148	-0.10699	0.001062	-0.15644	-0.07414	0.094452
	6	0.32794	-0.18939	0.067107	0.1992	0.000714	-0.0146
	7	0.35026	0.037254	0.014209	0.089332	0.012621	-0.10355
	8	0.38618	0.12603	0.080428	0.045808	0.069523	-0.05742
	9	0.356	0.12583	0.054949	0.18297	0.018399	0.000775
	10	0.084763	-0.06777	0.079538	-0.14874	0.026971	-0.12052
	11	0.25966	-0.26516	0.012181	-0.11634	0.052388	0.042474
	12	0.24322	-0.09079	-0.01366	-0.19642	-0.05605	0.019394
	13	0.25395	0.005298	0.099958	-0.16629	0.053313	-0.05902
	14	0.23154	-0.30607	0.004468	-0.13517	0.031702	0.19136
	15	0.22793	0.092063	0.068901	-0.05603	0.069591	-0.08383
	16	0.19657	-0.03616	-0.14427	0.22441	-0.14139	-0.25528
	17	0.1796	-0.12025	0.011547	-0.19286	-0.00319	-0.04593
	18	0.19545	0.024541	0.15964	0.002672	0.10324	-0.13724
	19	0.21573	-0.02718	0.074292	-0.08398	0.058141	-0.12487
	20	0.23946	-0.14407	0.049938	-0.12717	0.01488	-0.01746
	21	0.31193	0.06968	-0.02591	0.14173	-0.03267	-0.00305
	22	0.29276	-0.12154	0.052574	-0.14684	0.018001	0.01903
	23	0.30972	0.14226	0.019169	0.058814	0.030064	0.07698
	24	0.29867	0.098144	0.0952	-0.15075	0.056989	0.00824
	25	0.32047	-0.02388	0.05139	-0.06955	0.043315	0.000769
	26	0.32607	0.12913	-0.04171	0.10888	-0.03978	0.063804
	27	0.27716	0.082469	-0.02717	0.01557	-0.01438	-0.01946
	28	0.17737	0.11547	0.015308	-0.08913	-0.02094	0.10651
	29	0.26276	-0.15965	-0.19123	0.087281	-0.0044	0.10785
	30	0.12112	0.18443	-0.16531	-0.01111	0.26014	0.031759
	31	0.32732	-0.04652	-0.00241	-0.06768	-0.01117	0.076482
	32	0.34545	-0.23541	-0.03506	0.069046	-0.00711	0.074471
	33	0.38086	0.06716	-0.03714	0.21162	-0.07851	0.082184
	34	0.30534	0.0922	0.023841	0.042835	0.030313	-0.08882
	35	0.2623	0.012843	-0.03889	0.004975	-0.03263	0.057542
	36	0.36314	-0.06128	0.090974	-0.03032	0.046249	-0.06757
	37	0.31655	-0.18502	-0.09497	0.16519	-0.10201	0.18507
	38	0.23902	0.064106	0.007665	-0.08426	0.031304	-0.0453
	39	0.32434	0.087939	-0.11078	0.11031	0.056908	0.076401
	40	0.20358	-0.06752	-0.14894	0.076616	-0.12072	-0.14509
	41	0.26524	0.12185	0.044229	-0.10068	0.028572	0.059739
	42	0.41658	0.10307	0.030446	0.18733	0.010996	-0.05314
	43	0.24739	0.025206	-0.00144	-0.12824	-0.01926	0.040469
	44	0.34345	-0.12655	-0.0969	0.1848	-0.12034	0.094003
	45	0.22694	0.10628	-0.09974	0.14463	-0.1153	0.019668
	46	0.29645	-0.08936	-0.0703	0.095232	-0.06454	-0.05052
	47	0.032891	0.12645	-0.05325	-0.11491	-0.09491	-0.03256
	48	0.12598	0.1093	-0.05049	-0.09366	-0.05794	-0.02305

Continua...

## Apêndice D - Continuação

Área	Subunidade	Eixo 1:	Eixo 2:	Eixo 3:	Eixo 4:	Eixo 5:	Eixo 6:
Sem pastoreio	49	0.13241	0.031387	0.01409	-0.15923	-0.00929	-0.09233
	50	0.21576	-0.02641	-0.03127	-0.15801	0.11176	-0.04903
	51	-0.32385	-0.08687	-0.11771	0.098406	0.23194	0.044269
	52	-0.27571	0.088882	0.065941	0.090157	0.22457	-0.01516
	53	-0.29662	0.12023	0.1437	0.056369	-0.0407	0.043623
	54	-0.34145	0.14868	0.009199	0.076825	-0.00874	0.019017
	55	-0.34545	-0.16151	0.075859	0.042454	-0.15322	0.030055
	56	-0.3132	-0.14427	-0.05348	0.05623	0.19713	0.060498
	57	-0.33217	-0.10377	-0.00868	0.061136	0.010497	-0.09188
	58	-0.27916	0.10304	0.26642	0.099569	0.03169	0.14173
	59	-0.27458	-0.15865	0.14216	0.082233	-0.00665	-0.21305
	60	-0.28656	-0.12036	0.20677	0.064772	-0.00839	0.13298
	61	-0.26114	0.031051	0.060108	0.005203	0.092822	-0.11906
	62	-0.16104	0.14389	0.028137	-0.07305	-0.05814	0.03824
	63	-0.2688	-0.12523	-0.03512	-0.008	-0.11974	-0.083
	64	-0.27713	0.16647	0.14456	0.057491	-0.01529	0.070146
	65	-0.29262	0.17837	-0.06099	0.015272	-0.02957	0.002148
	66	-0.28224	0.14486	-0.071	0.028724	0.12428	-0.02768
	67	-0.22712	0.025977	-0.08192	-0.08898	-0.18719	-0.02436
	68	-0.30762	-0.21132	-0.20383	-0.05706	0.017698	0.044609
	69	-0.32653	-0.11817	0.027228	0.0622	0.023903	-0.14913
	70	-0.27931	0.053498	0.19023	0.052548	-0.02335	0.10401
	71	-0.23197	-0.33073	0.15961	0.01086	0.073319	0.12876
	72	-0.26617	-0.20431	0.1141	0.047548	-0.00381	-0.06927
	73	-0.29692	0.059868	-0.24446	-0.03706	0.10327	-0.06886
	74	-0.22618	0.18007	-0.09685	-0.05447	-0.0439	0.076631
	75	-0.29828	-0.04571	-0.12764	0.035552	0.16696	-0.11159
	76	-0.33177	-0.09962	-0.03319	0.032244	-0.03613	0.02179
	77	-0.25234	0.16918	-0.05461	-0.06206	-0.22178	0.056681
	78	-0.31959	-0.03184	0.09015	0.074326	-0.06137	-0.08095
	79	-0.34333	-0.11879	0.16882	0.091231	-0.05279	0.077319
	80	-0.12283	0.1634	-0.0399	-0.00636	-0.08686	0.011465
	81	-0.14427	-0.11061	0.14006	-0.02861	-0.00818	0.094285
	82	-0.2108	0.17729	0.017441	-0.05034	-0.06498	-0.02748
	83	-0.20406	0.21772	0.023975	-0.05923	-0.13521	0.13881
	84	-0.18821	0.11901	-0.061	-0.07536	0.00464	0.068091
	85	-0.22386	0.063084	-0.18187	-0.07185	0.19756	0.074341
	86	-0.22136	0.1029	0.12309	-0.02045	0.002241	-0.07027
	87	-0.26639	0.11462	-0.22226	-0.03587	-0.0185	-0.02374
	88	-0.27949	0.13386	-0.01354	-0.02579	-0.18404	-0.01175
	89	-0.32973	-0.15177	-0.23685	0.004044	0.15624	0.087882
	90	-0.24004	0.12749	0.21264	0.15069	0.2128	0.010201
	91	-0.18748	-0.01689	-0.12485	-0.08549	-0.04073	-0.0195
	92	-0.2193	-0.03299	-0.27372	0.038776	0.093152	-0.09223
	93	-0.35907	-0.18598	-0.16853	0.012183	-0.00869	0.063101
	94	-0.2136	0.17097	-0.08839	-0.04508	0.078015	0.1345
	95	-0.1283	0.10905	0.094279	-0.11102	-0.00023	-4.29E-02
	96	-0.30749	-0.17246	0.014831	0.010955	-0.13684	-0.03216
	97	-0.27241	0.045223	-0.06968	-0.04892	-0.18144	-0.06037

Continua...

**Apêndice D – Conclusão**

<b>Área</b>	<b>Subunidade</b>	<b>Eixo 1:</b>	<b>Eixo 2:</b>	<b>Eixo 3:</b>	<b>Eixo 4:</b>	<b>Eixo 5:</b>	<b>Eixo 6:</b>
	98	-0.20889	-0.00672	-0.03847	-0.10405	-0.11812	-0.13473
	99	-0.28959	-0.23805	0.14925	0.018681	-0.02833	-0.11641
	100	-0.25819	0.11978	0.14071	0.028466	-0.03804	0.092987

**Apêndice E – Correlação dos seis primeiros eixos com as variáveis selecionadas para análise de Coordenadas Principais (PCoA). Barra do Quaraí, RS, 2012.**

<b>VARIÁVEIS</b>	<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo 2</b>	<b>Eixo 3</b>	<b>Eixo 4</b>	<b>Eixo 5</b>	<b>Eixo 6</b>
Densidade aparente (0-10 cm)	0.81992	0.0071306	0.22718	-0.04222	0.14696	0.39764
Densidade aparente (10-20 cm)	0.86113	-0.079715	-0.07253	0.005406	0.073959	-0.09641
% Areia total (10-20 cm)	0.078424	0.89352	0.081192	0.12904	0.061355	-0.17593
% Silte (10-20 cm)	-0.03849	-0.8346	-0.0892	-0.09914	-0.04569	0.21786
Resistência à penetração	0.95117	-0.050561	0.000462	-0.08812	0.025839	-0.07326
Umidade gravimétrica (0-10 cm)	-0.40212	0.058804	-0.33442	-0.13807	-0.38375	0.4067
Umidade gravimétrica (10-20 cm)	-0.36148	0.28834	-0.18703	0.1661	-0.29285	0.35097
Biomassa aérea total	-0.73272	-0.2415	0.45419	0.29299	0.17498	0.027792
Abundância de <i>Prosopis affinis</i>	-0.40965	-0.020206	-0.58889	0.049199	0.62016	0.080932
Abundância de <i>Vachellia caven</i>	0.65232	-0.026056	-0.19133	0.66063	-0.1606	-0.04879