

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**BIOMASSA SUBTERRÂNEA DA PASTAGEM NATURAL SOB  
INTENSIDADES DE PASTEJO CONTRASTANTES E SUBMETIDA A  
DIFERIMENTOS**

PABLO FAGUNDES ATAIDE  
MÉDICO VETERINÁRIO/UFPEL

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de  
Mestre em Zootecnia

Área de Concentração Plantas Forrageiras

Porto Alegre (RS), Brasil

Fevereiro, 2015.

### CIP - Catalogação na Publicação

Ataide, Pablo Fagundes

Biomassa subterrânea da pastagem natural sob intensidades de pastejo contrastantes e submetida a diferimentos / Pablo Fagundes Ataide. -- 2015.  
78 f.

Orientador: Carlos Nabinger.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2015.

1. Diferimento. 2. Bioma Pampa. 3. Oferta de forragem. 4. Raízes e Rizomas. I. Nabinger, Carlos, orient. II. Título.

## FOLHA DE HOMOLOGAÇÃO

PABLO FAGUNDES ATAÍDE  
Médico Veterinário

### DISSERTAÇÃO


Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

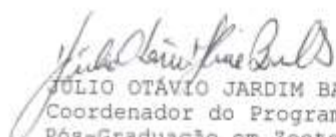
### MESTRE EM ZOOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil


Aprovado em: 12.02.2015  
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 22.04.2015  
Por

  
CARLOS NABINGER  
PPG Zootecnia/UFRGS  
Orientador

  
JULIO OTÁVIO JARDIM BARCELLOS  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia

  
MIGUEL DALL'AGNOL  
PPG ZOOTECNIA-UFRGS

  
CAROLINA BREMM  
PPG ZOOTECNIA-UFRGS

  
GERHARD ERNEST OVERBECK  
PPG BOTÂNICA/UFRGS

  
PEDRO ALBERTO SELBACH  
Diretor da Faculdade de Agronomia

*“Aos meus pais, minhas irmãs e ao meu filho pela força e incentivo nos meus estudos”.*

***Dedico.***

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por minha vida que me oportunizou este momento de realização, com muita saúde e alegria.

Aos meus pais, Assir Batory e Glaci, pelo apoio, incentivo e compreensão em mais esta etapa finalmente concluída.

Em especial agradeço ao meu grande mestre Professor Carlos Nabinger, meu orientador, com quem aprendi e aprendo sempre muito mais do que ensinamentos técnicos ou profissionais, mas exemplos de humildade, dedicação, respeito, honestidade, ética e amizade.

Aos colegas e companheiros que trabalharam comigo durante as atividades deste Mestrado, em especial aos amigos Jean Fedrigo e ao Julio Azambuja, parceiros fundamentais para a realização de todo o experimento.

Agradeço também a todos os colegas de pós-graduação, toda a turma do grupo Ecologia do Pastejo, aos professores de cada uma das disciplinas que cursei, ao pessoal da fertilidade, química, física e microbiologia do solo, em especial a Bruna, o Bernardo, o Diego, a Amanda, o Sergio, o Michael e o Fernando Arnuti.

Ao pessoal do IPH especialmente ao Bruno pela ajuda nas avaliações da curva de retenção de água e aos estagiários do laboratório.

Não poderia deixar de agradecer ao meu filho Santiago pela compreensão que sempre teve nos momentos em que não pude lhe dar a devida atenção em função das atividades de estudo. A Annelise, a minha madrinha Cleres, a Ana Ferrari, a Angela Fossa, a Ana Paula Rassier, pela amizade, parceria e companherismo de sempre.

Aos meus amigos e companheiros: José Olavo, Abel Tiarajú, Nilo Barcellos e Iba pelas hospedagens no início do período de mestrado.

Aos amigos e colegas de Tortuga que compreenderam e me substituíram muitas vezes nas visitas a clientes e em eventos importantes para a empresa.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que de uma forma ou de outra tiveram alguma participação, por mais simples que seja, neste momento muito importante da minha vida profissional.

Muito Obrigado!!

## **BIOMASSA SUBTERRÂNEA DA PASTAGEM NATURAL SOB INTENSIDADES DE PASTEJO CONTRASTANTES E SUBMETIDA A DIFERIMENTOS**

Autor: Pablo Fagundes Ataíde

Orientador: Carlos Nabinger

**Resumo** - O sobrepastejo é a principal causa de degradação das pastagens naturais, resultando na diminuição do potencial produtivo e consequente capacidade de suporte desses campos, além da substituição da vegetação natural por espécies de menor valor forrageiro. A exclusão temporária do pastejo é uma ferramenta que pode contribuir para a recuperação ambiental e da capacidade produtiva das pastagens degradadas. Esta ferramenta, além de proporcionar o crescimento da biomassa aérea das plantas, permitindo que espécies de alto valor forrageiro se reproduzam, pode influenciar características importantes na biomassa subterrânea que envolve sequestro de carbono e melhoria nas características do solo. Neste trabalho buscamos compreender as relações entre o sistema radicular das pastagens naturais e a biomassa aérea, com a hipótese de que o diferimento, além de promover a recuperação de áreas degradadas pelo sobrepastejo via acúmulo de pasto e aumento da cobertura do solo, aumenta também a biomassa de estruturas subterrâneas. Foram aplicados três tratamentos de diferimentos: diferimento de primavera (DP), diferimento de outono (DO) e não diferido (ND) em duas áreas com histórico de intensidade de pastejo contrastantes 4% (4 kg de MS para cada 100 kg PV) e 8-12% (8 kg de MS para cada 100 kg de PV na primavera e 12 kg de MS para cada 100 kg de PV no restante do ano) avaliados por dois anos consecutivos. A biomassa de raízes (Braíz) foi maior no primeiro ano de avaliações no 4% e no 8-12% nos períodos pós DP e no 4% nas avaliações pós DO. A biomassa de rizomas (Briz) foi maior nos diferimentos (DP e DO) quando comparados isoladamente com o não diferido (ND) no 4%, no segundo ano pós DP para o 8-12% e foi maior para o DP no efeito cumulativo dos dois anos. A (Bsubt) também foi maior no primeiro ano de avaliação somente no 4%. A relação da biomassa aérea/subterrânea (R:A/S) foi maior nos diferimento de primavera (DP) e outono (DO) no ambiente com OF 4% nas comparações com o não diferido (ND) nos dois anos de avaliações e o DP apresentou uma melhor resposta cumulativa. O diferimento aplicado em período favorável ao crescimento vegetal proporciona aumento da biomassa aérea e, em ambientes com longo histórico de sobrepastejo, pode aumentar a biomassa de rizomas contribuindo para a maior cobertura vegetal de espécies que apresentam esse tipo de estrutura subterrânea.

**Palavras chave:** sobrepastejo, rizomas, raízes, exclusão de pastejo, cobertura vegetal

---

<sup>1</sup>Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Plantas forrageiras, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (78p.), Março, 2015.

## BELOWGROUND BIOMASS OF NATURAL GRASSLAND WITH CONTRASTED GRAZING INTENSITY AND SUBMITTED TO DEFERMENTS.

Author: Pablo Fagundes Ataide

Advisor: Carlos Nabinger

**Abstract** - The overgrazing is the main cause of degradation of rangelands, resulting in decreased production potential and consequently carrying capacity of these fields in addition to the replacement of natural vegetation by species of lower feed value. The temporary grazing exclusion is a tool that can contribute to environmental recovery and the productive capacity of degraded pastures. This tool, in addition to providing the growth of the biomass plant, allowing species of high forage value to breed, can influence important features in the underground biomass involving carbon sequestration and improved soil characteristics. This study aims to understand the relationship between the root system of natural pastures and biomass, with the hypothesis that the deferral, and promote the recovery of degraded areas by overgrazing pasture via accumulation and increased soil cover, also increases biomass underground structures. Deferrals three treatments were applied: spring deferral (DP), autumn deferral (DO) and not deferred (ND) in two areas with contrasting grazing intensity of historical 4% (4 kg DM per 100 kg BW) and 8-12% (8 kg DM per 100 kg of body weight in the spring and 12 kg DM per 100 kg of body weight in the rest of the year) evaluated for two consecutive years. The root biomass (Braíz) was higher in the first year of evaluations at 4%, and 8-12% in post DP periods and 4% in after THE assessments. The biomass of rhizomes (Briz) was higher in deferrals (DP and DO) compared alone with no deferred (ND) at 4% and was higher in the DP in the cumulative effect of two years. The (Bsubt) was also higher in the first year of assessment only 4%. The ratio of aboveground / underground biomass (R: A/S) was higher in spring deferral (DP) and autumn (DO) in the environment with OF 4% in comparison with the non-deferred (ND) in the two years of reviews and the DP showed better cumulative response. The deferral applied in good times to plant growth provides increased biomass and, in environments with long history of overgrazing, can increase the biomass of rhizomes contributing to higher vegetation species that exhibit this type of underground structure.

**Key words:** grazing exclusion, overgrazing, rhizomes, roots, vegetation cover

---

<sup>1</sup>Master of Science dissertation in Forage Science – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (78p.), March, 2015.

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>15</b>
2.1. Biomassa subterrânea: parte escondida das pastagens.....	15
2.1.1. As pastagens no mundo.....	15
2.1.2. O Ecossistema Pampa.....	17
2.1.3. As pastagens naturais do sul do Brasil.....	18
2.1.4. O pastejo e as características do solo.....	19
2.1.5. Diferimento como ferramenta de manejo produtivo e de recuperação ambiental.....	21
2.1.6. Biomassa subterrânea das pastagens.....	23
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>34</b>
5.1. Biomassa de raízes.....	34
5.2. Biomassa de rizomas.....	36
5.3. Biomassa subterrânea total.....	37
5.4. Relação entre biomassa aérea e subterrânea.....	38
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>41</b>
<b>8. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>
<b>9. APÊNDICES.....</b>	<b>52</b>
<b>10. VITA.....</b>	<b>79</b>



## RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1.	Análise química do solo nas duas ofertas de forragem (4% e 8-12%) e em cada diferimento (DP = diferimento de primavera, DO = diferimento de outono, ND = não diferido, d.p.= desvio padrão). Médias das amostragens realizadas no início e ao final dos experimentos.....	27
Tabela 2.	Média das estimativas de MS (Matéria Seca) da biomassa aérea em kg de MS por hectare em cada diferimento em cada período de avaliação nos dois anos de experimento em cada oferta de forragem .....	29
Tabela 3.	Composição da massa de forragem (kg MS/ha/espécie) nos diferentes tratamentos, representada pelas cinco espécies com maior contribuição, após dois diferimentos de primavera e um de outono. Levantamento realizado no final do diferimento de primavera em 16/12/2012, conforme Azambuja Filho (2013). DO = diferimento de outono; DP = diferimento de primavera; ND = não diferido.....	30
Tabela 4.	Média dos valores dos tratamentos diferimento de primavera (DP) e não diferido (ND) nos dois anos do experimento nas duas ofertas de forragem (4% e 8-12%) das variáveis: biomassa de raiz (Braiz), biomassa de rizomas (Briz), biomassa subterrânea total (Bsubt) e relação entre biomassa aérea e subterrânea (R:A/S), avaliados após cada diferimento de primavera.....	31
Tabela 5.	Média dos valores dos tratamentos diferimento de outono (DO) e não diferido (ND) nos dois anos do experimento nas duas ofertas de forragem (4% e 8-12%) das variáveis: biomassa de raiz (Braiz), biomassa de rizomas (Briz), biomassa subterrânea total (Bsubt) e relação entre biomassa aérea e subterrânea (R:A/S), avaliados após cada diferimento de outono.....	31

## RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1.	Áreas de campo nativo do Cone Sul na América do Sul.....	17
Figura 2.	Esquema básico das raízes de oito plantas: h. <i>Hieracium scouleri</i> ; k. <i>Kaleria cristata</i> ; b. <i>Balsamorhiza sagittata</i> ; f. <i>Festuca ovina ingrata</i> ; g. <i>Geranium viscosissimum</i> ; p. <i>Poa sandbergii</i> ; ho. <i>Hoorebekia racemosa</i> ; po. <i>Potentilla blaschkeana</i> . (Extraído de Wever, 1919).....	24
Figura 3.	Déficit hídrico ocorrido na Estação Experimental Agronômica da UFRGS entre janeiro de 2011 e dezembro de 2013.....	26
Figura 4.	Distribuição da biomassa de raízes no perfil do solo de até 30 cm nas duas ofertas de forragem a) 4% e b) 8-12%.....	29
Figura 5.	Efeito cumulativo dos diferimentos (dois de primavera - DP e dois de outono - DO) comparados ao não diferimento (ND) sobre a biomassa subterrânea total em g.m <sup>-2</sup> e sua repartição em biomassa de raízes (Braiz) e de rizomas (Briz) nas duas intensidades de pastejo a) 4% e b) 8-12% .....	32
Figura 6.	Relação entre biomassa aérea e subterrânea (R:A/S) nos três tratamentos Diferimento de Primavera (DP), Diferimento de Outono (DO) e Não Diferido (ND) em cada uma das ofertas de forragem a) 4% e b) 8-12%. .....	32

## RELAÇÃO DE APÊNDICES

<b>Apêndice 1.</b> Dados de entrada para análise no InfoStat e JMP.....	52
---	----

**LISTA DE ABREVIATURAS**

MS	Matéria Seca
PV	Peso Vivo
DP	Diferimento de Primavera
DO	Diferimento de Outono
ND	Não Diferido
Briz	Biomassa de Rizomas
Braiz	Biomassa de Raízes
R:A/S	Relação Biomassa Aérea/Subterrânea
PV	Peso Vivo
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
PVC	Policloreto de Vinil

## 1. INTRODUÇÃO

Ecossistemas com vegetação predominantemente herbácea estão presentes em todos os continentes do globo, com exceção da Groelândia e Antártica (FAO, 2005), ocupando aproximadamente 36% da superfície da terra (Shantz, 1954 apud Lemaire, 2005). Esses ecossistemas pastoris abrigam uma imensa diversidade de espécies de plantas e animais (Bilenca y Minarro, 2004) que convivem num complexo sistema de troca, ciclagem e reciclagem de nutrientes. Estes ambientes mantêm diversas funções ecossistêmicas, as quais geram múltiplos serviços ambientais, sociais, econômicos e culturais que envolvem as comunidades ali existentes (Bilenca y Minarro, 2004; Lemaire, 2005). Dentre estas funções e serviços, os ambientes pastoris possuem um papel muito importante, mas ainda pouco conhecido no ciclo global de carbono (Scurlock & Hall, 1998), através da mitigação da emissão dos gases de efeito estufa via absorção de CO<sub>2</sub> pela porção aérea das plantas e da capacidade de sequestro no solo, principalmente através do carbono contido na biomassa subterrânea (Scurlock & Hall, 1998; Strauss & Agrawal, 1999; Zhu et al., 2014). Conforme Briske & Heitschmidt (1991), a maior parte do carbono assimilado em plantas forrageiras é destinado às partes subterrâneas, demonstrando a importância desse componente da produtividade primária.

No estudo das pastagens, poucos trabalhos abordam a porção escondida das pastagens, suas raízes, e menos ainda são conduzidos de forma a demonstrar a importância destas estruturas na manutenção e na sobrevivência da flora, da microflora e de sua conseqüente fauna e microfauna associadas. Na mesma ótica, pouco se tem buscado entender dos efeitos da herbivoria sobre o comportamento do sistema radicular, sobretudo em comunidades vegetais complexas. O pioneiro e principal autor sobre sistema radicular foi o professor Jonh E. Weaver da Universidade de Nebraska que publicou, em 1919 "The Ecological Relations of Roots", apresentando estudos sobre raízes de uma grande diversidade de espécies de plantas de vários ambientes, incluindo pastagens. Daquela época para os dias atuais, só mais recentemente os pesquisadores tem se dedicado a entender melhor "a metade escondida" das plantas (Waisel, 2002). Para tanto, uma gama enorme de tecnologias vem sendo desenvolvida e aplicada. As avaliações utilizam desde e uma simples pesagem da matéria seca de raízes (Bohn, 1979; Kopke, 1981) a técnicas mais complexas, como o uso de marcadores (Russel & Ellis, 1968) e scanners para criação e estudo de imagens na observação do comportamento destas estruturas. Medições de comprimento específico, área específica, densidade, taxa de crescimento, diâmetro, volume e biomassa de raízes (Muller et al., 2013; Milchunas & Vandeveer, 2013; Zhu et al., 2013), vem sendo realizadas e aplicadas na busca do entendimento de como as raízes se comportam em diferentes ambientes e sob condições de herbivoria. A

utilização destas tecnologias é facilitada quando se avalia uma determinada planta ou um determinado tipo funcional de raiz em plantas isoladas ou em monocultivos. Já no estudo de comunidades ou de ambientes muito heterogêneos, como os pastos nativos, as avaliações se tornam mais difíceis pela complexidade natural desses sistemas (Volk et al., 2011) e o entendimento das interações demanda um maior período de tempo e, conseqüentemente, de trabalho. Geralmente, nestes ambientes as avaliações buscam entender a dinâmica de alocação de recursos pelos diferentes grupos funcionais de plantas reagindo aos estímulos a que estão expostas (Tilman, 1996; Zhu et al., 2013). Dyer et al. (1991) cita que o pastejo é um evento instantâneo que remove carbono / energia contidos nos tecidos das plantas e que, portanto, interfere no balanço fisiológico entre assimilação e a aquisição de nutrientes minerais do solo. Em pastagens temperadas, alguns estudos mostram uma diminuição da biomassa de raiz com o aumento da desfolha (Matthew, 1991; Mawdsley & Bardgett, 1997). Nas pastagens naturais do sul da América do Sul, poucos estudos foram realizados para entender esta dinâmica (Soriano et al., 1992; Gomar et al., 2002; Graff et al., 2007). No bioma Pampa, o principal trabalho encontrado é o de Fidelis (2008), mas que avalia a resposta das estruturas subterrâneas das espécies que compõem a pastagem natural após o uso do fogo. Já Rodrigues et al. (2010) avaliou a biomassa de raízes e rizomas no pampa gaúcho e comparou piquetes sob pastejo contínuo durante todo o ano com outros diferidos no verão, encontrando resultado positivo em favor do diferimento de verão para a biomassa de rizomas.

O diferimento é uma prática muito importante para o manejo das pastagens naturais no sul do Brasil (Nabinger et al., 2009). Esta ferramenta consiste em suspender o pastejo por um determinado período de tempo permitindo que espécies de importante valor forrageiro produzam sementes (Stoddart & Smith, 1943) e acumulem forragem em períodos favoráveis, para serem aproveitadas em épocas de baixo crescimento do pasto (Carambula, 1977). O pastejo é um dos fatores mais influentes na composição da vegetação de ambientes pastoris (Quadros & Pillar, 2001; Castilhos, 2002; Pantuliano, 2002) e, desta forma, a ausência de pastejo, ainda que temporária, pode levar a um rearranjo de espécies e, conseqüentemente, influenciar o agrupamento funcional das raízes. Esse rearranjo pode também estar na dependência da época em que ocorre a exclusão do pastejo, notadamente em ambientes que permitem a coexistência de diferentes rotas metabólicas, como é o caso da região do cone sul da América do Sul (Nabinger et al., 2000). Isso determina que a variável época do ano deva também ser considerada nos estudos que envolvem repostas à prática do diferimento.

Neste trabalho buscamos entender como se comporta o sistema radicular das pastagens naturais medindo a biomassa das estruturas subterrâneas e sua relação com a biomassa aérea, com a hipótese de que o diferimento, além de promover a recuperação de áreas degradadas pelo sobrepastejo via acúmulo de pasto e aumento da cobertura do solo, aumente também a biomassa de estruturas subterrâneas tanto em áreas sobrepastejadas quanto naquelas manejadas com oferta de forragem ideal, ou seja, intensidade de pastejo moderada.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Biomassa Subterrânea: porção escondida das pastagens**

#### **2.1.1. As Pastagens no Mundo**

Os ambientes pastoris estão presentes em todos os continentes do globo com exceção da Groelândia e Antártica, abrigam uma imensa diversidade de espécies de plantas e animais que convivem num complexo sistema de troca de nutrientes que provavelmente, sem a interferência do homem, caminharia em direção ao equilíbrio. Segundo White (1983), a pastagem é definida como "terra coberta por plantas herbáceas, com menos de 10 por cento de árvores e arbustos" e pastagem arborizadas, que possuem de 10 a 40 por cento de árvores e arbustos na cobertura. Estes ambientes ocupam cerca de 52,5 milhões de quilômetros quadrados, representam 30 % da superfície livre de gelo da terra e 70% da área agrícola (WRI, 2000; White et al., 2000).

Aproximadamente 30% do produto agrícola mundial é produzido em pastagens, incluindo 33% da proteína e 17% da energia alimentar do homem. As pastagens são fonte de energia para animais de tração, transporte e lazer e estima-se que no mundo inteiro mais de um bilhão de pessoas dependam da pecuária para sobreviver (World Bank, 2007a; Livestock in Development, 1999). Em cada canto do mundo onde estão presentes as pradarias naturais, existem peculiaridades que definiram a sua forma de utilização e influenciam diretamente a cultura dos povos nativos ou colonizadores dessas regiões.

O leste da África, por exemplo, possui 75% de seu território coberto por pastagens entremeadas com vegetação lenhosa. Este ambiente é pastejado por milênios e é considerado um centro de diversidade genética de gramíneas. São espaços abertos controlados pelos governos ou de propriedade comum (Reid et al., 2005). O acesso aos recursos está sob as leis nacionais, mas os direitos de uso tradicional da terra frequentemente são concedidos pelas comunidades locais. Tradicionalmente, nestes ambientes, a pecuária era um produto de subsistência que se transformou numa atividade bastante comercial. Bovinos, camelos, ovelhas, cabras e burros são os principais animais mantidos pelos pastores de subsistência e a maioria dos rebanhos são misturados. Na bovinocultura as raças nativas são a maioria, embora o gado exótico seja mantido para a produção leiteira em zonas de grande altitude. Os animais silvestres são difundidos nas terras de pastagem e são muito importantes para o turismo. Já no sul da África, as relações de uso das áreas pastoris se invertem, apresentando 70% das áreas de propriedade particular, utilizadas para o rebanho comercial e o restante dividido com 13% sendo áreas comunitárias exploradas para subsistência, 10% de parques e reservas do estado e 7% para urbanização e mineração (Palmer & Ainslie,

2005).

Um dos poucos países em que a economia depende quase que essencialmente da pecuária é a Mongólia, localizada na Ásia oriental e central (Suttie, 2005). O clima frio e árido só é adequado para o desenvolvimento de pastos, os quais são utilizados com raças rústicas de herbívoros locais, os quais dependem do trabalho e da habilidade dos pastores para alimentação. As pastagens estão em boas condições e as raças locais se desenvolvem bem, o que contrasta com a situação em alguns países vizinhos, que enfrentam as consequências do aumento excessivo de raças exóticas com maior dependência de suplementação de inverno. Na Mongólia, o pastoreio é migratório e os produtores levam os rebanhos nos períodos críticos para pastorear ambientes com maior oferta de forragem (Suttie, 2005).

O estepe tibetano é um dos importantes ecossistemas de pastagens da terra, abrangendo cerca de 1,65 milhões de km<sup>2</sup>. Ele contém os mais altos ambientes pastoris do mundo, com altitudes acima de 4.000 m. Alguns pastores mantêm acampamentos permanentes em altitudes tão elevadas como 5.100 m de altitude. Com um clima continental bastante adverso, é um dos ambientes mais inóspitos do mundo, no entanto, estas pastagens servem de alimento para aproximadamente 12 milhões de iaques e 30 milhões de ovinos e caprinos, e fornecem meios de subsistência para cerca de 5 milhões de pastores e agricultores (Miller, 2005).

Na Austrália, os pastos e pastagens são a principal forma de utilização da terra, cobrindo cerca de 70% do continente que serve de alimento para animais silvestres, para subsistência dos Aborígenes e para os rebanhos domésticos trazidos pelos colonizadores a partir do século XVIII (McIvor, 2005). A base da forragicultura são os pastos nativos, composta por gramíneas e algumas plantas arbustivas, mas tem sido complementada ou até mesmo substituída por espécies exóticas. Os principais rebanhos da Austrália são: ovinos com aproximadamente 119 milhões e bovinos com aproximadamente 35 milhões de cabeças. A principal raça de ovinos é o merino para a produção de lã, mas o cruzamento com raças britânicas tem sido importante para produção de carne para o país. Em algumas regiões são importantes para a economia os rebanhos caprinos que, no total, chegam a 4,5 milhões de cabeças (McIvor, 2005).

Na América do Norte e Central, existe uma grande área de pastagens que se estende desde o Canadá até o Golfo do México, estas áreas eram pastejadas principalmente por bisões até a metade do século XIX, quando então começou a ser substituída pela bovinocultura. Cerca de metade do rebanho de corte dos Estados Unidos está nesta região, onde 80% das espécies que compõem os pastos são de rota metabólica C3, principalmente no centro-sul, aumentando as espécies C4 mais ao Norte. A produção na região é sazonal, principalmente mais ao norte, com grande necessidade de suplementação nos períodos críticos. A bovinocultura é predominante, sendo o uso da terra de propriedade privada. O fogo é usado para suprimir plantas indesejáveis e aumentar a produção de forragem. Neste ambiente o monitoramento das pastagens inclui importantes sítios de pesquisa ecológica de longa duração (Pieper, 2005).

No sul da Argentina e parte do Chile a patagônia é também um importante ambiente pastoril que, devido às particularidades de clima e



temperaturas mais baixas, possui uma característica produtiva refletida nas relações sociais bem peculiares. A grande maioria do rebanho é de ovinos, com aproximadamente oito milhões de cabeças de propriedade dos povos que colonizaram a região até aproximadamente 1940. Esta grande população de ovinos alterou ao longo dos anos as características fisionômicas do lugar levando a substituição de gramíneas palatáveis por plantas arbustivas menos apreciadas pelos rebanhos (Pallarés et al., 2005).

### 2.1.2. O Ecossistema Pampa.

O ambiente pastoril do sul da América é formado basicamente por pradarias compostas de uma grande diversidade florística que contempla um grande número de espécies de gramíneas e leguminosas de alto valor forrageiro disponível para a alimentação animal. Esta diversidade cumpre um papel importante na manutenção da fauna, das características do solo, na manutenção dos recursos hídricos e na fisionomia do ambiente, o que também proporciona um potencial turístico para a região. Este ecossistema estende-se do sul do Brasil passando pelo extremo sul do Paraguai, todo o Uruguai e norte da Argentina (Figura 1). Segundo a WWF (2001) estes pastizais compreendem quatro unidades regionais bem características: a) Pampa semiárida no centro-oeste da Argentina, b) Pampa úmida mais a noroeste da Argentina, c) Savana mesopotâmica no norte da Argentina que formam a eco-região Pampa; e d) Savana Uruguaya que compreende a metade sul do Rio Grande do Sul - Brasil e todo o Uruguai, que se caracteriza pela eco-região dos Campos. Segundo Soriano et al. (1992), os campos do Rio de la Plata ou Pampas e Campos são os maiores ecossistemas de pastagens temperadas da América do Sul, abrangendo uma área de aproximadamente 750.000 km<sup>2</sup>. Estes ambientes incluem o Pampa, pastagens da Argentina (540 mil km<sup>2</sup>) e da região Campos do Uruguai, nordeste da Argentina e sul do Brasil (Miñarro e Bilenca 2008).



Figura 1. Áreas de campo nativo do Cone Sul na América do Sul. (Fonte: [www.alianzadelpastizal.org](http://www.alianzadelpastizal.org))

A diversidade deste ambiente contempla milhares de espécies de

plantas vasculares com mais de 550 diferentes espécies de gramíneas. As gramíneas mesotérmicas prevalecem nesta região de clima ameno, que tem uma temperatura média anual entre 10 a 20 °C e uma precipitação média anual entre 400 e 1600 mm (Soriano et al., 1992). As pastagens originais dos Pampas eram dominadas por gramíneas cespitosas que cobriam a maior parte do solo. Atualmente a vegetação é composta por espécies de gramíneas C4 e C3 em proporção variável conforme o clima regional e o manejo, mas geralmente com dominância das primeiras. Os gêneros mais comuns entre as gramíneas são *Stipa*, *Piptochaetium*, *Paspalum* e *Bothriochloa* (Paruelo et al. 2007). Já os pastos dos Campos (Savanas) são dominados por gramíneas dos gêneros *Andropogon*, *Aristida*, *Briza*, *Erianthus*, *Piptochaetium*, *Poa*, *Stipa*, *Paspalum*, *Axonopus* e *Panicum* (León et al., 1979).

Em termos gerais, este ambiente pode ser considerado como uma extensa e contínua planície, onde se alternam ao longo das distâncias, paisagens totalmente planas com outras de relevo mais ondulado, onde as maiores ondulações raramente ultrapassam os 900 m de altitude e ficam mais localizadas no centro da província de Buenos Aires, sudeste e norte do Uruguai e sul do Brasil (Bilenca & Miñarro, 2004).

Neste ambiente vivem aproximadamente 35 milhões de habitantes e as áreas mais ricas e economicamente ativas estão no centro-sul da região, relacionadas a solos mais aptos para o desenvolvimento da agricultura, enquanto os solos marginais mais pobres estão destinados quase que exclusivamente à pecuária extensiva, onde as zonas úmidas ou os afloramentos rochosos impedem o desenvolvimento da agricultura (WWF, 2001). Estas pastagens vêm sendo substituídas por atividade agrícola intensiva, o que tem promovido uma grande transformação em sua fisionomia, com um grave impacto sobre a biodiversidade da região. Estima-se que 68% deste ambiente já foi transformado por outras atividades agrícolas, principalmente soja, arroz e cultivos arbóreos, além da crescente urbanização. Consequentemente, a manutenção da biodiversidade está bastante ameaçada, pois apenas 2% do total da área são de parques de conservação e 95% das pastagens são de propriedade privada com quase nenhum critério para sua utilização.

### **2.1.3. As Pastagens Naturais do Sul do Brasil**

De acordo com a última edição dos mapas de vegetação e biomas do Brasil (IBGE, 2004), a metade sul e parte do noroeste (região das missões) do Rio Grande do Sul foi denominada Bioma Pampa. Esta área corresponde a 63% da superfície do estado, enquanto que os campos do planalto do RS, SC e em menor parte do PR estão incluídos no Bioma Mata Atlântica. Segundo Boldrini (1997), o Rio Grande do Sul apresenta uma grande diversidade florística devido principalmente ao grande número de tipos de solo e a variações de altitude e clima. Estes campos, além de abrigarem uma fauna nativa bastante diversa, também servem de forragem para a produção pecuária desde o início da colonização no século XVI.

Nabinger (2000) cita a pecuária como uma das principais atividades econômicas deste ambiente, o que contribuiu também para o condicionamento da vegetação e da fisionomia dos campos (Senft et al., 1987, Coughenour, 1991, Pillar & Quadros, 1997). Embora bastante modificados, os campos

naturais ainda permanecem como base para produção pecuária na região (Nabinger et al., 2000). No entanto, o pastejo excessivo resulta em substituição de espécies forrageiras produtivas por outras menos produtivas e de menor qualidade, contribui para uma maior compactação do solo pelo pisoteio, diminui a cobertura do solo e conseqüentemente aumenta os riscos de erosão. Por outro lado, uma pressão de pastejo extremamente baixa acaba promovendo a dominância de gramíneas altas formadoras de touceiras e de baixo valor nutritivo e de arbustos e outras espécies de baixa qualidade, principalmente aquelas do gênero *Baccharis* (Asteraceae) e *Eryngium* (Apiaceae) (Nabinger et al., 2000).

As pastagens naturais do RS constituem a mais importante fonte de alimento para aproximadamente 17 milhões de ruminantes domésticos e representam mais de 90% das superfícies pastoris do Bioma (Carvalho et al., 2006). Conforme demonstram dados do IBGE, em 2006 existiam aproximadamente seis milhões de ha de pastagens naturais no estado demonstrando uma redução de 40% em relação a 1996, quando ainda restavam 10 milhões de ha. Dados mais recentes também do IBGE (2012) mostram uma redução acentuada (2,3%) no estoque do rebanho bovino do estado em relação a 2011. Embora fatores naturais, como secas no verão e geadas com temperaturas muito baixas no inverno, e fatores antrópicos como manejo incorreto das pastagens com sobrecarga animal e baixíssimo retorno de insumos para os solos, que contribuem para a diminuição na quantidade e qualidade do alimento disponível, possam ser os principais responsáveis pela baixa no estoque do rebanho, a constante perda de área pastoril para a agricultura pode ser o principal fator. Segundo Nabinger (2006) as áreas de campo nativo decresciam cerca de 134.000 ha por ano. Hoje, devido principalmente ao mercado bastante atrativo das culturas anuais de grãos, estima-se que a perda anual de áreas de pastagem nativa esteja próximo à 450.000 ha anuais, o que coloca o bioma numa posição de extremo risco de extinção de sua cobertura forrageira natural num curto período de tempo.

#### **2.1.4. O pastejo e as características do solo**

Lemaire et al. (2005) explicam que os ecossistemas pastoris são formados por inseparáveis e interativos componentes que são: a) a comunidade vegetal e todas as espécies animais envolvidas no pastejo; b) os componentes físicos e químicos do solo; e c) a diversa comunidade da microfauna e microbiota do solo. Estes elementos participam da herbivoria, abaixo e acima da superfície do solo, sendo parte ativa da ciclagem de nutrientes. Conseqüentemente, pelas correlações existentes entre estes elementos, um manejo equivocado do pastoreio pode influenciar características importantes da qualidade dos solos.

Os efeitos do pastoreio nas características das plantas abaixo do solo e nas propriedades da microbiota são importantes na compreensão de como o sistema funciona e como é provável que mude com diferentes pressões de pastejo (Danson et al., 2000). Segundo Taboada (2007), o pastoreio doméstico exerce dois tipos de efeitos sobre os solos, um é a desfolha causada pela ingestão de forragem pelos animais, outro é o pisoteio causado pelo trânsito do gado nos campos. Ambos os efeitos podem causar importantes mudanças nas características físicas e químicas dos solos.

A concentração de dejetos sobre o solo, além de intensificar a reciclagem de nutrientes, é bastante eficaz em melhorar atributos físicos do solo, especialmente pela presença de fezes (Herrick & Lal, 1995). Efeitos mais intensos geralmente são observados sobre a densidade do solo, resistência à penetração e infiltração de água, todas propriedades dependentes do conteúdo de carbono presente no solo (Salton, 2008).

Alegre & Lara (1991), avaliando diferentes ambientes pastoris no Perú, encontraram, ao longo de 5 anos em sobrepastejo, uma maior densidade aparente e uma menor taxa de infiltração de água nos solos. Em outro trabalho, Muller et al. (2001), ao estudarem pastagens com diferentes formas de manejo e tempos de formação, concluíram que a degradação das mesmas se relacionou com a baixa cobertura do solo, resultando em aumento da densidade aparente e diminuição da porosidade total na camada superficial do solo.

Segundo Carvalho (2006), as consequências estimadas da degradação do bioma pampa são: fragmentação da paisagem, perda de biodiversidade, erosão dos solos, invasão biológica, poluição das águas e consequente degradação dos solos. A exemplo disso pode ser citada a disseminação do capim Annoni (*Eragrostis plana* Nees.), que entrou no estado do Rio Grande do Sul acidentalmente em 1940 e hoje atinge uma faixa de mais de 2 milhões de há. Esse rápido avanço na ocupação de áreas com essa invasora teve como grande facilitador do processo o superpastejo, pois elevadas intensidades de pastejo aumentam o consumo das espécies preferidas e decresce a diversidade de espécies dos campos e a cobertura vegetal como um todo (Carvalho, 2005), diminuindo a competitividade da vegetação nativa. O manejo incorreto destas pastagens, ao longo de muitos anos, também resultou em degradação e em acelerado processo de erosão dos solos (Salton, 2008). Neste trabalho o autor comenta que o volume e a distribuição do tamanho dos poros do solo podem sofrer influência do pisoteio, do desenvolvimento das raízes, da atividade da meso e macrofauna do solo e do acúmulo de dejetos que, por sua vez, são decorrentes das formas de manejo com animais.

Segundo Franzluebbbers et al. (2000), o pastejo quando leva ao agrupamento dos animais em locais com disponibilidade de sombra e água, concentra a deposição dos dejetos de forma muito intensa, o que pode causar várias alterações em atributos do solo. Estes autores encontraram alteração na densidade aparente do solo a uma profundidade de até 7,5 cm, quando efetuaram medidas a partir do ponto de maior concentração dos animais em direção ao de menor concentração. Por outro lado, Herrick & Lal (1995) verificaram que a deposição de fezes bovinas pode alterar fisicamente o solo, através da redução no valor da densidade. A redução ocorre de forma mais intensa na camada superficial e apresenta um gradiente horizontal a partir do centro da mancha formada pelos dejetos.

Bertol et al. (1998) avaliaram alterações em atributos físicos do solo de uma pastagem natural submetida a ofertas de forragem de 4, 8, 12 e 16% e verificaram que a diminuição da oferta de forragem, por meio do consequente aumento da carga animal, diminuiu a taxa de infiltração de água no solo, a porosidade total e a estabilidade de agregados e, de forma geral, aumentou a densidade aparente. Já Conte et al. (2011) encontraram um aumento do

diâmetro médio ponderado de agregados com o aumento da intensidade de pastejo nas mesmas ofertas. O autor também encontrou uma alta correlação entre o manejo das ofertas de forragem e a densidade do solo, observando uma maior densidade no tratamento com maior pressão de pastejo.

#### **2.1.5. Diferimento como ferramenta de manejo produtivo e de recuperação ambiental**

O diferimento é uma ferramenta de manejo que consiste em excluir do pastejo determinada área da pastagem por um determinado período, permitindo que ocorra o crescimento e conseqüente acúmulo de pasto, que poderá ser utilizado como forragem em outro momento. Segundo Carambula (1977), o diferimento de campo consiste em manter "in situ" a forragem produzida quando há condição de tempo favorável ao crescimento do pasto para aproveitá-lo em épocas de escassez. Para Stoddart & Smith (1943), o diferimento é a suspensão do pastejo até que as espécies mais importantes tenham sementado ou recuperado seu vigor. Nabinger et al. (2009) comentam que essa é uma prática que os próprios herbívoros selvagens o fazem, quando migram de uma região para outra, quando não há limitações a tais migrações.

Esta ferramenta de manejo pode e deve ser utilizada em diferentes épocas do ano de acordo com os objetivos do produtor e com as características de composição florística e de produção de cada ambiente. Na campanha, região pertencente ao bioma Pampa, que sofre com as secas de verão, o diferimento de primavera pode ser utilizado para acumular alimento para utilização no período seco (Nabinger, 2009; Fedrigo et al., 2011). Da mesma forma, o diferimento realizado no final do verão e início do outono pode servir para acúmulo de forragem para o período pós desmama, que neste ambiente geralmente ocorre entre os meses de abril e maio (Guma, 2005; Ferreira et al., 2011).

O ajuste da carga animal num ambiente pastoril é considerado uma das ferramentas mais importantes para a resposta na produção primária e, conseqüentemente, no desempenho animal (Maraschin, 1997; Moogen & Maraschin, 2002; Carvalho et al., 2006; Nabinger et al., 2009). O diferimento pode auxiliar na implantação do ajuste de carga, na medida em que permite que em períodos de alta produção de forragem mantenha-se o mesmo número de animais na área pastoril total, excluindo-se do pastejo uma determinada parcela desta área. Desta forma, aumenta-se a carga animal no restante da área sem causar prejuízo à pastagem e ao mesmo tempo acumula-se forragem nas áreas diferidas, para posteriores períodos de baixa produção (Santos, 2007).

Os dados de Moojen (1991) mostram que os diferimentos em épocas distintas favorecem a manifestação de diferentes espécies. O autor encontrou maior frequência de ocorrência de *Briza* spp. e *Piptochaetium montevidense* (gramíneas de inverno), respectivamente no diferimento de inverno-primavera e inverno-primavera-verão, e elevação na ocorrência de *Paspalum notatum* no diferimento de verão. Ferreira et al. (2011b), avaliando o desempenho de novilhos de corte em pastagem nativa, atribuiu o bom desempenho dos animais ao maior surgimento de espécies hibernais como *Piptochaetium stipoides*, *Stipa setigera*, *Adesmia bicolor*, *Chascolytrum ssp* e *Trifolium polymorphum*, após 70 dias de diferimento de outono.

Em áreas degradadas por sobrepastejo, o diferimento por um período mais longo pode servir como ferramenta para recuperação do ambiente. Segundo Sampson (1951) o diferimento tem efeitos benéficos mais evidentes na recuperação de pastagens sobrepastejadas do que em locais que apresentem boas condições produtivas. Alguns trabalhos (Quadros & Pillar, 2001; Castilhos, 2002; Pantuliano, 2002) sugerem que a ausência do pastejo por um determinado período pode promover um rearranjo funcional da composição botânica, podendo ser negativo ou positivo do ponto de vista produtivo.

No entanto, a influência desta ferramenta de manejo nas condições de estruturas subterrâneas e em características do solo são bastante variáveis e provavelmente dependentes de muitos fatores, como composição florística, clima, relevo e principalmente do período em que se difere determinada área. Segundo Nabinger (2009) o diferimento pode diminuir a condição de compactação do solo devido ao acúmulo de matéria orgânica e ao desenvolvimento de raízes, que melhora a estrutura do solo evitando o escoamento superficial e a evaporação rápida da água, mantendo o solo mais úmido. Forsling (1931), estudando o efeito da cobertura vegetal no escoamento superficial da água em áreas de pastagens naturais, observou que o aumento da cobertura por efeito do diferimento de 16% para 40% diminuiu o escoamento em 64%. Duley & Domingo (1949) também estudando o efeito da cobertura no escoamento superficial, notaram que a cobertura é mais determinante que o tipo de solo para a taxa de infiltração.

Outros autores, no entanto, encontraram uma diminuição da quantidade de raízes quando compararam ambientes pastejados com excluídos do pastejo. Shi et al. (2013), avaliando o efeito da exclusão por 8 anos numa pastagem do Tibet, encontrou uma diminuição de 34% na biomassa de raízes no ambiente sem pastejo comparado ao pastejado. O mesmo autor também observou uma diminuição do estoque de carbono orgânico por m<sup>2</sup> de área, o que foi atribuído a menor densidade aparente encontrada neste ambiente. Já Roldán et al. (2012) não encontraram diferenças na biomassa de raízes e nos estoques de carbono e nitrogênio comparando ambientes pastejados com excluídos do pastejo no norte da Inglaterra, mas sim, para diferentes épocas de avaliação ou estações do ano. Neste trabalho os autores encontraram uma maior biomassa subterrânea no período de primavera/verão.

Um dos importantes efeitos do diferimento é a possibilidade de aumentar o banco de sementes do solo, ao permitir o florescimento de espécies que normalmente não floresceriam sob pastejo. Shang et al. (2012) avaliaram a influência da exclusão ao pastejo no banco de sementes em oito comunidades pastoris em diferentes estágios de degradação no planalto tibetano. Os autores encontraram um efeito significativo na recuperação das áreas com degradação moderada atribuído ao que eles chamaram de colonização das espécies. No entanto, no período de avaliação que durou três anos, não encontraram efeito significativo da exclusão no banco de sementes do solo.

Saffariha et al. (2014) objetivaram avaliar o efeito do diferimento na composição de nutrientes das porções aéreas e subterrâneas em uma pastagem na província de Saveh no Irã. Neste trabalho os autores mediram os teores de Nitrogênio (N) e Carbono (C), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na),

cálcio (Ca) e magnésio (Mg) da biomassa da porção aérea e das raízes das três principais espécies que representavam a pastagem (*Salsola rígida*, *Stipa hohenacheriana*, *Artemisia sieberi*). Os principais efeitos encontrados pelos autores foram diferenças entre período de avaliação ou estação do ano (verão e outono) para as porcentagens de C e N. As três plantas avaliadas apresentaram maiores teores de C (%) nas raízes e parte aérea nas avaliações de outono do que nas avaliações de verão, tanto no tratamento de exclusão ao pastejo quanto no controle, onde não houve exclusão. Neste trabalho, o efeito do tratamento principal (exclusão ao pastejo) ocorreu para os teores de Mg (meq/L) para as plantas de *Stipa hohenacheriana* e *Salsola rígida*, onde ambas apresentaram maior quantidade de Mg no verão no tratamento de exclusão e para o teor de P (ppm) nas plantas de *Artemisia sieberi*, que apresentaram maiores valores no verão para o tratamento de exclusão.

Allington & Valone (2011) trabalharam na identificação de mudanças na composição florística e características físicas do solo, como taxa de infiltração e densidade aparente em uma área de pastagem nativa no sudeste do Arisona dos EUA excluída do pastejo por 40 anos. Os autores comparam as características da área excluída com as de propriedades rurais adjacentes com predominância de vegetação nativa. As avaliações foram realizadas em períodos diferentes do ano para que contemplassem períodos secos e de maior umidade. Foram encontradas diferenças positivas em favor da área excluída em ambos os períodos de avaliação. A taxa de infiltração de água foi 17% superior para a área excluída do pastejo quando a avaliação foi realizada em junho, período mais seco, e 25% superior quando a avaliação foi realizada em agosto. A densidade aparente do solo foi 5,5% superior no ambiente pastejado comparado com o sem pastejo. Os pesquisadores também encontraram uma cobertura de gramíneas perenes significativamente maior no ambiente sem pastejo.

#### **2.1.6. Biomassa Subterrânea das Pastagens Naturais**

As pastagens naturais têm sido estudadas no mundo inteiro, com objetivos diversos e por várias áreas do conhecimento, contemplando um conceito de multidisciplinaridade. Esta característica pode explicar o quão importante são estes ambientes para manutenção e o desenvolvimento de inúmeras formas de vida do planeta. Estudos investigando a produção de biomassa aérea, produção animal, relação solo-planta-animal, diversidade de flora e fauna e suas relações com a sustentabilidade e manutenção do meio ambiente são bastante frequentes e tem mostrado resultados muito importantes para a construção do conhecimento das áreas relacionadas e da comunidade em geral. No entanto, este conhecimento inclui uma parte que fica oculta ao primeiro contato, que é a imensa quantidade de biomassa vegetal constituída pelas raízes e por estruturas de reserva que se encontram abaixo da superfície do solo. A dificuldade no acesso a esta porção importante das pastagens dificulta muitas vezes sua avaliação.

Weisel et al. (2002) comentam que a evolução das raízes foi um fundamental avanço das plantas para migrar de um ambiente aquático para um ambiente terrestre e que, eventualmente, isso levou a uma divisão de funções entre o fornecimento de hidratos de carbono, água e minerais para as plantas. Desta forma, não é apenas a função dos brotos aéreos individuais que constitui

a base para a manutenção da produtividade primária global e suporta todos os animais e vida microbiana em ecossistemas terrestres, mas sim uma função conjunta entre brotos e raízes. Compreender os padrões de ocorrência das paisagens requer informações sobre a distribuição funcional do sistema radicular que varia em cada espécie de acordo com a profundidade do solo, posição geográfica e com o tempo (Turner & Knapp, 1996).

Um dos primeiros estudos de raízes em pastagens foi realizado pelo professor Jonh E. Weaver, da Universidade de Nebraska e publicado em 1919 no Carnegie Institution of Washington (Weaver, 1919). Neste projeto, a equipe de Weaver avaliou mais de 140 espécies de plantas em oito diferentes comunidades, desde as pastagens do leste e sudeste de Nebraska, sudeste de Washington até as planícies, florestas e montanhas rochosas do Colorado. Para avaliar cada comunidade eram abertas trincheiras que variavam de 2 a 3 m de largura por 6 a 10 m de comprimento e até 6 m de profundidade. Weaver dividiu as plantas de pastagens em três grupos: a) plantas de raízes superficiais que raramente colocam raízes abaixo de 0,7 m; b) plantas com raízes intermediárias que geralmente ultrapassam os 0,7 m mas raramente ultrapassam 1,65 m; c) plantas com raízes profundas que ultrapassam 1,65 m e geralmente colocam raízes a uma profundidade entre 2,3 e 3m. Este último grupo representou 55% das plantas estudadas nas pastagens. O estudo do Prof. Weaver foi bastante completo e descreveu em detalhes as raízes de cada espécie encontrada utilizando desenhos para reproduzir o comportamento de cada uma, como mostra a Figura 2.

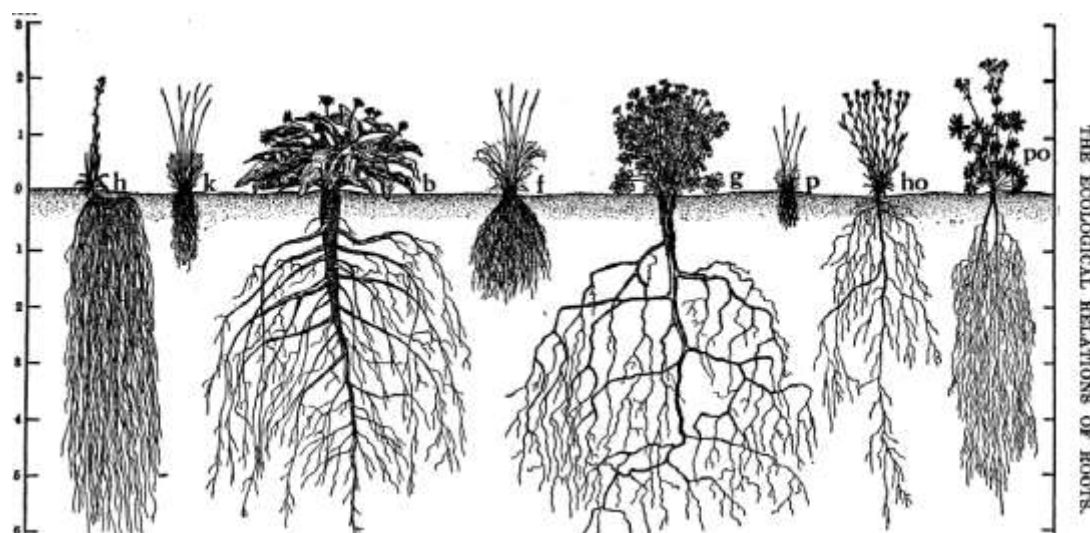


Figura 2. Esquema básico das raízes de 8 plantas: h. *Hieracium scouleri*; k. *Kaleria cristata*; b. *Balsamorhiza sagittata*; f. *Festuca ovina ingrata*; g. *Geranium viscosissimum*; p. *Poa sandbergii*; ho. *Hoorebekia racemosa*; po. *Potentilla blaschkeana*. (Extraído de Weaver, 1919).

Outros estudos importantes descrevem o sistema radicular das pastagens naturais. Albertson et al. (1937) descrevem como principal vantagem das gramíneas, num ambiente competitivo, o abundante sistema radicular fino e amplamente ramificado. Sun et al. (1997) utilizaram o sistema geográfico de informações (SIG) para, através de modelagem, quantificar, contrastar e comparar a distribuição de raízes de diferentes espécies. A maioria das



plantas, 65%, para todos os tipos de pastagens estudadas foram classificadas como de enraizamento raso, nas quais as maiores densidades de raízes ocorrem em profundidades menores que 20 cm. Poucas espécies, 7%, foram classificadas como profundamente enraizadas, com densidades máximas de raiz ocorrendo em profundidades maiores que 1 m. No mesmo trabalho, Sun et al. (1997) comentam que, pela característica adventícia do sistema radicular das gramíneas, estas tem dificuldade de responder a mudanças espaciais na oferta de recursos ou para explorar recursos em maiores profundidades. Outro resultado interessante foi a menor densidade de raízes das espécies arbustivas em todas as profundidades, o que também foi encontrado por Albertson (1937), Weaver (1954) e Turner et al. (1995).

Craine (2002), relacionando o sistema de raízes com a distribuição de recursos, encontrou uma correlação negativa entre a biomassa de raízes e as concentrações de água e nitrogênio do solo em 11 plantas avaliadas de pastagens da América do Norte. Isto pode estar relacionado à estratégia de sobrevivência das plantas em busca de nutrientes. No entanto, muitos estudos mostram que as variações na arquitetura, biomassa, volume e distribuição de raízes em pastagens naturais dependem de vários fatores que não somente a disponibilidade de recursos (Grant et al., 1983; Richards, 1993; Milchunas et al., 1988). Richards (1984), comparando duas espécies de gramíneas, uma tolerante ao pastejo (*Agropyrum desertorum*) e outra mais sensível ao pastejo (*Agropyrum spicatum*), encontrou uma maior redução no crescimento radicular para a espécie tolerante ao pastejo quando submetida à desfolha severa, comparada ao controle que não teve desfolha no período. A própria competição por recursos existentes entre grupos funcionais de raízes e tipos funcionais de plantas que compõem a pastagem irá influenciar nas características das estruturas subterrâneas (Casper & Jackson, 1997). Milchunas & Lauerth (1993) comentam que mudanças no clima de um ano para outro podem ter maiores influências nas características subterrâneas da pastagem do que o próprio pastejo. Danson et al. (2000) demonstram que ocorrem variações entre espécies de plantas, bem como entre plantas de mesma espécie e diferentes genótipos para biomassa de raiz, respondendo ao pastejo e a disponibilidade de nutrientes. Arredondo & Johnson (1999), estudando diferentes quantidades e distribuição de nutrientes, encontraram resposta significativa na interação entre espécies e intensidades de pastejo para biomassa de raiz.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho é parte de um experimento de longa duração conduzido na Estação Experimental Agronômica da UFRGS (latitude 30°05'27''S, longitude 51°40'18''W, e 46m de altitude), localizada na região fisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul - Brasil. O clima da região é Cfa, subtropical úmido, com temperaturas médias mensais que variam de 9 a 25°C e precipitação média anual de 1440 mm, bem distribuída durante o ano. Junho é o mês mais úmido (168.2mm) e dezembro o mais seco (97.7mm), apresentando déficit hídrico normal nos meses quentes do ano (Bergamaschi & Guadagnin, 1990). Nos anos em que o presente estudo foi realizado, ocorreram déficits hídricos mais relevantes do que os déficits normais (Figura 1).

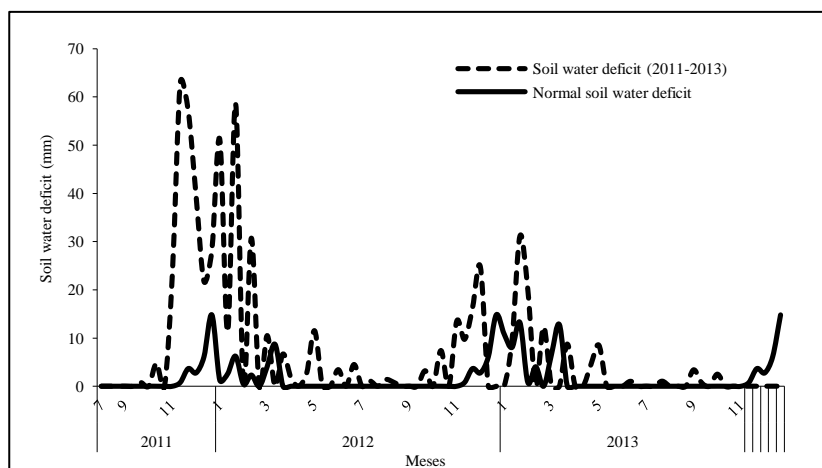


Figura 3. Déficit hídrico ocorrido na Estação Experimental Agronômica da UFRGS entre janeiro de 2011 e dezembro de 2013.

A área experimental é formada por vegetação campestre com fitofisionomia representativa dos Campos da Depressão Central, conforme (Boldrini et al., 2010).

Desde 1986, a área experimental tem sido manejada com intensidades de pastejo contrastantes: a) alta intensidade de pastejo, caracterizada pelo ajuste da carga animal para disponibilizar 4 kg de matéria seca por dia (MS) para cada 100 kg de peso vivo animal (4% de oferta) e b) moderada intensidade de pastejo, com ajuste da carga animal para disponibilizar 8 kg de matéria seca por dia (MS) para cada 100 kg de peso vivo durante a primavera e 12 kg de matéria seca por dia para cada 100 kg de peso vivo nas outras estações do ano (8 – 12% de oferta). Os ajustes durante os 28

anos de experimento foram realizados a cada 28 dias pelo método *put and take* (Mott & Lucas, 1952).

Em cada uma das intensidades de pastejo foram aplicados três tratamentos: 1) Diferimento de Primavera (DP) - exclusão de pastejo durante a primavera (realizada de 01 de novembro de 2011 até 30 de janeiro de 2012 e de 23 de setembro de 2012 até 21 de dezembro de 2012) e pastejo contínuo nas demais estações; 2) Diferimento de Outono (DO) - exclusão de pastejo durante o outono (realizada de 21 de março até 19 de junho dos anos de 2012 e 2013) e pastejo contínuo nas demais estações, totalizando sempre 90 dias de exclusão; e 3) Não Diferido (ND) – pastejo contínuo durante o ano todo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições, totalizando, em cada nível de oferta, nove parcelas de 15m x 8m.

Na ocasião da implantação dos experimentos, em novembro de 2011, foram coletadas amostras de solo com trado tipo holandês em 10 pontos de cada parcela na profundidade de 0 a 20 cm. Ao final do período experimental, em fevereiro de 2014, as amostras foram coletadas com pá de corte em três pontos de cada parcela, também na profundidade de 0 a 20 cm. As amostras foram homogeneizadas, colocadas em sacos plásticos, identificadas e enviadas para análise química no Laboratório de Análise de Solos da UFRGS. Na Tabela 1 são apresentados os dados médios das análises realizadas nas duas épocas.

Tabela 1. Análise química do solo nas duas ofertas de forragem (4% e 8-12%) e em cada diferimento (DP = diferimento de primavera, DO = diferimento de outono, ND = não diferido, d.p.= desvio padrão). Médias das amostragens realizadas no início e ao final dos experimentos.

OF	DIF	Arg	pH	SMP	P	K	MO	Al troc	Ca troc	Mg troc	Al+H	CTC	Bases	Al
		%			mg.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	%	.....cmolc dm <sup>-3</sup> .....					.% SAT	CTC.
4%	DO	18,6	5,1	6,1	3,7	144,3	2,7	0,3	1,6	1,1	3,8	6,9	45,0	8,8
	DP	19,2	5,1	6,1	4,0	116,0	2,9	0,4	1,8	1,1	4,3	7,4	43,0	10,4
	ND	18,3	5,1	6,1	4,2	110,5	2,7	0,4	1,5	0,9	4,0	6,7	40,0	11,6
	<b>Média</b>	<b>18,7</b>	<b>5,1</b>	<b>6,1</b>	<b>4,0</b>	<b>123,6</b>	<b>2,8</b>	<b>0,3</b>	<b>1,6</b>	<b>1,0</b>	<b>4,0</b>	<b>7,0</b>	<b>42,7</b>	<b>10,2</b>
	<b>d.p.</b>	<b>4,0</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,5</b>	<b>29,8</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,8</b>	<b>1,3</b>	<b>6,1</b>	<b>6,9</b>
8-12%	DO	15,8	5,0	6,1	3,5	89,0	2,3	0,5	0,9	0,6	4,1	5,9	30,7	21,0
	DP	17,3	4,9	6,1	3,4	74,5	2,3	0,6	0,8	0,5	4,3	5,8	27,0	21,8
	ND	15,5	5,0	6,1	3,3	86,2	2,2	0,5	0,8	0,6	3,9	5,5	29,8	19,8
	<b>Média</b>	<b>16,2</b>	<b>5,0</b>	<b>6,1</b>	<b>3,4</b>	<b>83,2</b>	<b>2,3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	<b>4,1</b>	<b>5,7</b>	<b>29,2</b>	<b>20,9</b>
	<b>d.p.</b>	<b>3,8</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,7</b>	<b>11,9</b>	<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>1,1</b>	<b>1,0</b>	<b>7,3</b>	<b>16,2</b>

Foram realizadas quatro coletas de raízes: 20 de fevereiro de 2012 (D1), 10 de junho de 2012 (D2), 10 de janeiro de 2013 (D3) e 03 de setembro de 2013 (D4). Inicialmente os períodos de coletas foram pré-definidos como sendo sempre na abertura ao pastejo de cada tratamento. No entanto, o excesso de chuva no final do outono e inverno de 2013 e a estiagem no verão

de 2012 inviabilizaram a coleta naquelas datas. Em cada parcela foram coletadas duas amostras intactas de solo utilizando um trado calador cilíndrico de aço, com 40 cm de comprimento e 102 mm de diâmetro interno, adaptado do modelo de Bohn (1979). Dentro do trado de aço era colocado um cilindro de Policloreto de Vinil (PVC) de 100 mm de diâmetro interno fixado ao trado com um pino e um contrapino de pressão na parte superior. O trado foi inserido no solo até uma profundidade de 35 cm, com o auxílio de uma marreta de 5 kg, em cada amostra coletada. A retirada do trado foi feita manualmente e com o auxílio de alavancas. Após retirado o trado do solo, desacoplava-se o cano de PVC contendo a amostra de solo intacto.

Posteriormente as amostras foram enroladas em plástico junto com o PVC e congeladas a  $-5^{\circ}\text{C}$  por 45 dias. No momento da avaliação, as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente, retiradas do interior do cano de PVC e cortadas a cada 5 cm de profundidade, formando seis subamostras de 0-5cm, 5-10cm, 10-15cm, 15-20cm, 20-25cm e 25-30cm. Cada subamostra foi lavada em água corrente sobre peneiras de 0,25mm e 0,053mm para separação das raízes e outras estruturas subterrâneas como bulbos, tubérculos e rizomas. Após a lavagem, esses componentes foram secos em estufa de ar forçado a  $65^{\circ}\text{C}$  para secagem até peso constante e posterior pesagem.

Foram feitas análises da relação entre a biomassa aérea e biomassa subterrânea, para tal utilizou-se os dados das estimativas da biomassa aérea determinados nas avaliações realizadas nos mesmos períodos das avaliações de raízes. A biomassa aérea presente em cada sub-parcela, em cada período, foi estimada visualmente pelo método de Wilm (1944). As equações de regressão utilizadas foram determinadas com 25 amostras de 0,5m x 0,5m, cortadas em cada avaliação em áreas adjacentes com vegetação semelhante da área experimental. O valor médio da biomassa aérea foi calculado por hectare e dividido pela biomassa subterrânea (raízes, rizomas, tubérculos e outras estruturas) medida e transformada para unidade hectare para o cálculo da relação entre as biomassas.

Os dados obtidos foram analisados no programa InfoStat-Statistical Software através de análise de variância com 5% de significância em cada uma das ofertas de forragem (4% e 8-12%), onde se comparou cada um dos diferimentos (DP e DO) com a área testemunha (ND) no período imediatamente após a aplicação dos tratamentos, utilizando como efeitos fixos os tratamentos e como efeito aleatórios os anos de avaliação e as repetições. Para análise do efeito cumulativo dos tratamentos foi utilizado o programa JMP versão 8.

As médias dos valores encontrados para os efeitos simples e para todas as interações foram analisadas através do teste de Tukey a 5% de significância.

## 4. RESULTADOS

A biomassa aérea presente nas diferentes avaliações na oferta 4% foi afetada pela interação entre tratamento e ano nas avaliações de primavera. Na avaliação de outono dessa mesma oferta, houve efeito apenas dos diferimentos (Tabela 2). Na OF 8-12% a aplicação ou não de diferimento em qualquer das épocas e anos não determinou respostas significativas.

Tabela 2. Média das estimativas de MS (Matéria Seca) da biomassa aérea em kg de MS por hectare em cada diferimento em cada período de avaliação nos dois anos de experimento em cada oferta de forragem.

	4%		$P_T$	$P_A$	$P_{TXA}$
	Ano 1	Ano 2			
Diferimento de Primavera	1.155 Aa	1.396 Aa	<0,0001	0,3511	0,0038
Não Diferido	530 Ba	131 Bb*			
Diferimento de Outono	954 Aa	1.028 Aa	0,0131	0,2504	0,6686
Não Diferido	617 Ba	774 Ba			
8-12%					
Diferimento de Primavera	2.444 Aa	2.371 Aa	0,5149	0,1568	0,2214
Não Diferido	2.642 Aa	1.757 Aa			
Diferimento de Outono	2.158 Aa	2.346 Aa	0,7159	0,2391	0,4696
Não Diferido	2.774 Aa	2.013 Aa			

\*médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem significativamente entre si (Tukey,  $P < 0,05$ )

A distribuição da biomassa de raízes no perfil do solo não mostrou diferença para qualquer dos tratamentos impostos tanto na OF 4% quanto na OF 8-12%, sendo os valores médios apresentados nas Figuras 4a e 4b.

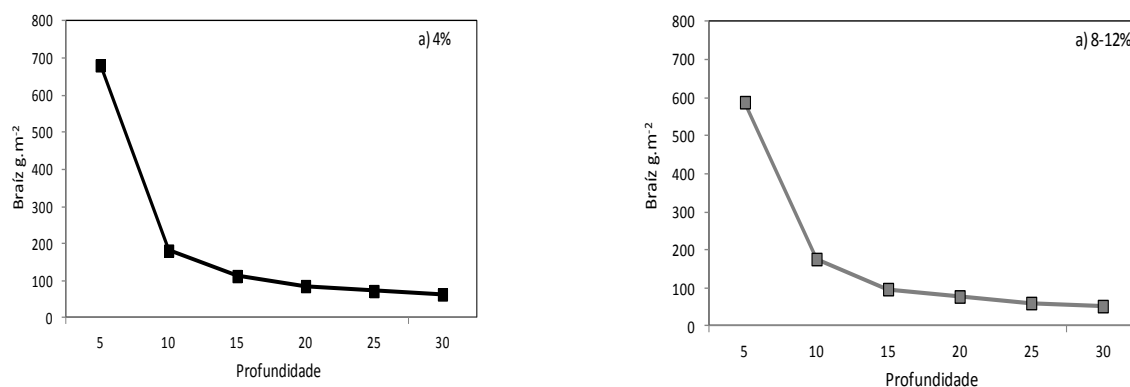


Figura 4. Distribuição da biomassa de raízes no perfil do solo de até 30 cm nas duas ofertas de forragem a) 4% e b) 8-12%.

Tabela 3. Composição da massa de forragem (kg MS/ha/espécie) nos diferentes tratamentos, representada pelas cinco espécies com maior contribuição, após dois diferimentos de primavera e um de outono. Levantamento realizado no final do diferimento de primavera em 16/12/2012, conforme Azambuja Filho (2013). DO = diferimento de outono; DP = diferimento de primavera; ND = não diferido

Espécies	Tratamentos de diferimento					
	4%			8-12%		
	DO	DP	ND	DO	DP	ND
<i>Andropogon lateralis</i>		297	67	927	968	700
<i>Aristida filifolia</i>						150
<i>Aristida laevis</i>				229	156	247
<i>Eryngium ciliatum</i>					126	
<i>Eryngium horridum</i>				196	98	212
<i>Mnesithea selloana</i>	47	152				
<i>Paspalum notatum</i>	230	244	331	101		
<i>Paspalum paucifolium</i>		110	42			
<i>Piptochaetium montevidensis</i>	75		47	101	159	193
<i>Senecio brasiliensis</i>	86					
<i>Sporobolus indicus</i>	74					
<i>Vernonia nudiflora</i>		196	24			
outras espécies	161	304	72	235	538	318
Total	672	1,303	582	1,788	2,045	1,819

Nas avaliações de primavera da área com menor oferta de forragem (4%), a biomassa de raízes (Braiz) e a biomassa subterrânea total (Bsubt) (Tabela 4) foram iguais entre os tratamentos (DP e ND) apresentando uma diferença significativa apenas entre os anos de avaliação onde, tanto o diferimento de primavera quanto o não diferido apresentaram maiores valores no Ano 1. A biomassa de rizomas (Briz) sofreu influência dos tratamentos e dos anos de avaliação apresentando uma maior biomassa dos diferimentos de primavera ( $P=0,0261$ ) e no segundo ano de avaliação ( $P=0,0273$ ). A relação entre a biomassa aérea e subterrânea (R: A/S) apresentou efeito da interação entre tratamento e ano, tendo o diferimento de primavera do primeiro ano apresentado uma melhor relação entre as biomassas do que o mesmo tratamento no segundo ano.

Na área experimental com oferta de forragem moderada (8-12%) houve efeito significativo dos anos de avaliação para as variáveis Braiz ( $P=0,0264$ ) e Briz ( $P=0,0012$ ) (Tabela 4).

Nas avaliações de outono (Tabela 5) a menor oferta de forragem (4%) apresentou efeito dos tratamentos (DO e ND) apenas para biomassa de rizomas, onde o tratamento sem diferimento apresentou maior valor ( $P=0,0191$ ). As variáveis biomassa de raízes (Braiz) e subterrânea total (Bsubt) somente foram influenciadas significativamente pelo ano de avaliação ( $P<0,0001$  e  $P = 0,0002$ , respectivamente), sendo que nas duas variáveis o ano 1 apresentou maiores valores. A relação entre as biomassas aérea e subterrânea (R:A/S) não sofreu influência significativa de nenhum dos fatores de variação.

Ainda nas avaliações de outono o ambiente com moderada oferta de

forragem (8-12%), não sofreu influencia dos fatores de variação.

Tabela 4. Média dos valores dos tratamentos diferimento de primavera (DP) e não diferido (ND) nos dois anos do experimento nas duas ofertas de forragem (4% e 8-12%) das variáveis: biomassa de raiz (Braiz), biomassa de rizomas (Briz), biomassa subterrânea total (Bsubt) e relação entre biomassa aérea e subterrânea (R:A/S), avaliados após cada diferimento de primavera

	4%							
	Ano 1		Ano 2		P <sub>T</sub>	P <sub>A</sub>	P <sub>TxA</sub>	
	DP	ND	DP	ND				
Braiz (g.m <sup>-2</sup> )	1.452 A	1.618 A	815 B	764 B	0,8899	0,0011	0,4954	
Briz (g.m <sup>-2</sup> )	369 Ba*	293 Bb	535 Aa	331 Ab	0,0261	0,0273	0,4533	
Bsubt (g.m <sup>-2</sup> )	1.834 A	1.847 A	1.350 B	1.134 B	0,8284	0,0076	0,3625	
R: A/S	0,07 ab	0,03 b	0,10 a	0,02 b	0,0002	0,2769	0,0621	
	8-12%							
Braiz (g.m <sup>-2</sup> )	1.338 A	1.401 A	879 B	892 B	0,8265	0,0264	0,8265	
Briz (g.m <sup>-2</sup> )	76 B	153 B	458 A	344 A	0,7369	0,0012	0,1489	
Bsubt (g.m <sup>-2</sup> )	1.427	1.554	1.338	1.236	0,9537	0,3287	0,5561	
R: A/S	0,17	0,17	0,19	0,16	0,5991	0,9615	0,6662	

\*médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas linhas representam diferenças entre os anos de avaliação. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferenças entre os tratamentos (Tukey, P<0,05)

Tabela 5. Média dos valores dos tratamentos diferimento de outono (DO) e não diferido (ND) nos dois anos do experimento nas duas ofertas de forragem (4% e 8-12%) das variáveis: biomassa de raiz (Braiz), biomassa de rizomas (Briz), biomassa subterrânea total (Bsubt) e relação entre biomassa aérea e subterrânea (R:A/S), avaliados após cada diferimento de outono.

	4%							
	Ano 1		Ano 2		P <sub>T</sub>	P <sub>A</sub>	P <sub>TxA</sub>	
	DO	ND	DO	ND				
Braiz (g.m <sup>-2</sup> )	1.600 A	1.387 A	780 B	775 B	0.2547	< 0.0001	0.2842	
Briz (g.m <sup>-2</sup> )	457 b	541 a	325 b	557 a	0.0191	0.3100	0.2086	
Bsubt (g.m <sup>-2</sup> )	2.058 A	1.929 A	1.105 B	1.332 B	0.6872	0.0002	0.1687	
R: A/S	0.05 Ba	0.03 Bb	0.10 Aa	0.06 Ab	0.0424	0.0068	0.3921	
	8-12%							
Braiz (g.m <sup>-2</sup> )	1.169	840	745	671	0.3380	0.0904	0.4509	
Briz (g.m <sup>-2</sup> )	441	294	377	224	0.0526	0.3373	0.9601	
Bsubt (g.m <sup>-2</sup> )	1.610	1.135	1.122	894	0.1246	0.1137	0.5641	
R: A/S	0.34	0.34	0.50	0.41	0.2206	0.0948	0.4672	

\*médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas linhas representam diferenças entre os anos de avaliação. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes nas linhas representam diferenças entre os tratamentos (Tukey, P<0,05)

Na análise do efeito acumulado dos tratamentos (DP, DO e ND) a biomassa subterrânea total (raízes, rizomas e outras estruturas subterrâneas) não apresentou resposta significativa (P>0,05), da mesma forma que a biomassa de raízes (Braiz) em nenhuma das ofertas (Figura 5). A biomassa de

rizomas (Briz) respondeu significativamente aos tratamentos tanto no ambiente com baixa oferta de forragem (4%), quanto no ambiente com oferta de forragem moderada (8-12%). Na baixa oferta de forragem (4%) o diferimento de primavera (DP) apresentou uma biomassa de rizomas 41% superior ao diferimento de outono (DO) e 20% superior ao não diferido (ND), sendo significativamente diferente apenas do diferimento de outono ( $P=0,0416$ ) (Figura 5a). Na oferta de forragem moderada (8-12%) a maior biomassa de rizomas ocorreu no diferimento de outono (DO), que foi 36% superior ao diferimento de primavera (DP) e 47% superior ao não diferido (ND) sendo significativamente diferente apenas do ND ( $P = 0,0280$ ) (Figura 5b).

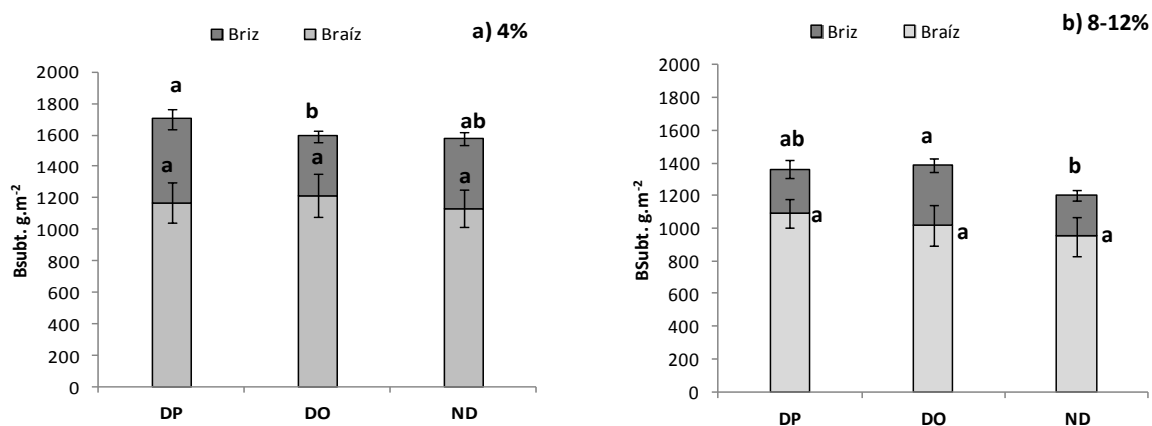


Figura 5. Efeito cumulativo dos diferimentos (dois de primavera - DP e dois de outono - DO) comparados ao não diferimento (ND) sobre a biomassa subterrânea total em g.m<sup>-2</sup> e sua repartição em biomassa de raízes (Braiz) e de rizomas (Briz) nas duas intensidades de pastejo a) 4% e b) 8-12%.

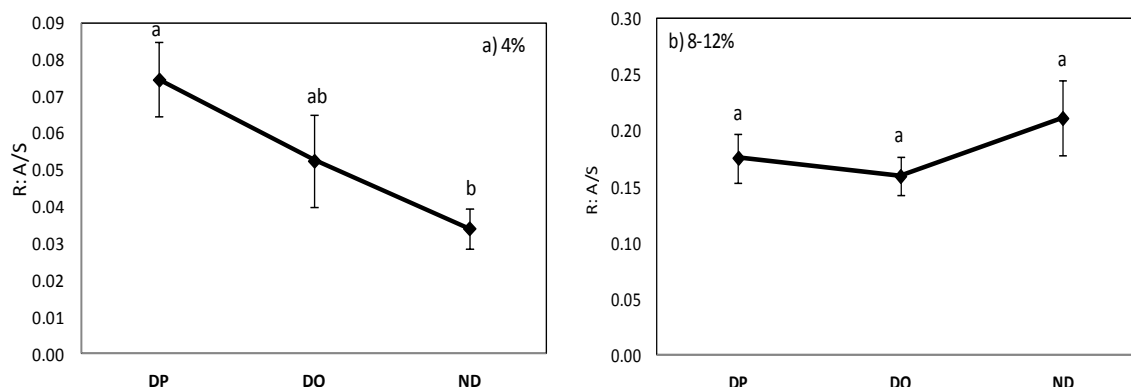


Figura 6. Relação entre biomassa aérea e subterrânea (R:A/S) nos três tratamentos Diferimento de Primavera (DP), Diferimento de Outono (DO) e Não Diferido (ND) em cada uma das ofertas de forragem a) 4% e b) 8-12%.

O efeito acumulado dos tratamentos sobre a R: A/S foi significativo



apenas no ambiente com baixa oferta de forragem (4%). Neste ambiente, o tratamento DP apresentou uma maior R: A/S do que o ND ( $P=0,0073$ ) conforme figura 6a.

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1. Biomassa de Raízes

A distribuição vertical da massa do sistema radicular encontrada no presente estudo (Figura 4) foi semelhante à encontrada em outros trabalhos com pastagens naturais e outras culturas forrageiras, com 73% da massa de raízes concentrada nos primeiros 10 cm de solo, independentemente do tratamento. Fante Jr. et al, (1999), avaliando o sistema radicular de aveia forrageira, encontraram de 83 a 96% da biomassa radicular na camada de 0 a 20cm. Gomar et al. (2002) avaliaram o sistema radicular em pastagem natural com semeadura de espécies hibernais e verificaram que 70% da biomassa radicular se concentrava na camada de 0 a 5cm e 12% na camada 5 a 10 cm. Soriano (1991) em pastagens naturais do Pampa Argentino encontrou mais de 65% biomassa radicular nos primeiros 10 cm de solo.

A influência dos períodos de avaliação (Ano 1 e 2) na biomassa de raízes que ocorreu tanto nas avaliações de primavera quanto nas de outono no 4% e nas avaliações de primavera do 8-12%, conforme as tabelas 4 e 5, pode ser explicada pelo balanço hídrico (Figura 3) e sua relação com os mecanismos de tolerância ao estresse, desenvolvidos geneticamente pelas plantas através de gerações. No primeiro ano de avaliações, o déficit hídrico foi duas vezes maior do que o ocorrido no segundo ano de avaliação. Alguns autores (Taiz & Zeiger, 2004; Hoogenbomm et al., 1987) citam que, com a diminuição da umidade do solo em períodos de déficit hídrico, algumas plantas alocam assimilados para as extremidades das raízes em crescimento, na procura das porções mais úmidas do solo e, portanto, há uma maior expansão de raízes devido ao ressecamento da camada superior do solo. Segundo Santos & Carlesso (1999), um dos mecanismos de resistência à seca, desenvolvido pelas plantas, é o “evitar”. Com a utilização deste mecanismo, as plantas fecham os estômatos, para evitar perdas por evaporação, e aprofundam o sistema radicular explorando um maior volume de solo. Neste processo, ocorre uma diminuição do tamanho da célula, provavelmente pela diminuição do volume, no entanto aumenta a espessura da parede celular e a serosidade da cutícula, aumentando o peso específico (g/m), o que poderia estar contribuindo para a maior biomassa de raízes encontrada nos dois primeiros períodos de avaliação.

Embora não tenhamos comparação estatística entre as ofertas, encontramos uma maior biomassa de raízes no ambiente com menor oferta de forragem (4%), como mostram as Figuras 5a, 5b, 6a e 6b. Esta tendência é contrária ao que esperávamos encontrar nos dois ambientes e que estaria em equilíbrio com as respectivas biomassas aéreas. No entanto, a biomassa de raízes foi 14% superior na média das profundidades avaliadas para o ambiente com maior pressão de pastejo (4%). Em experimentos de pastagens

monoespecíficas existe um consenso do efeito negativo da intensidade de pastejo no desenvolvimento radicular. Trabalhos clássicos tais como Matthew (1991) e Mandsley (1997) demonstram claramente uma redução da biomassa de raízes com o aumento da desfolha em pastagens de azevém perene (*Lolium perene*). Frank et al (2002), no entanto, refutam a prevalente ideia de que o pastejo afetaria negativamente a produção de raízes. Estes autores avaliaram a biomassa aérea e radicular de nove sítios de estudo comparando áreas pastejadas com excluídas do pastejo no Yellowstone National Park, no norte dos Estados Unidos, e encontraram aumento de 21% e 35% de aumento na biomassa aérea e subterrânea, respectivamente, nos ambientes pastejados. McNaughton (1998) não encontrou evidências de que o pastejo intensivo, num efeito de longo prazo, tenha diminuído a biomassa de raízes em pastagens naturais com alta diversidade de espécies nas planícies do Serengeti, no Sul da África. Já Conte et al. (2011) verificaram aumento da biomassa de raízes com o aumento da intensidade de pastejo na mesma área experimental do presente estudo, nas camadas 0-10cm e 10-20cm.

Todavia, a profundidade em que avaliamos a biomassa subterrânea nos dois ambientes e as estratégias de sobrevivência das espécies vegetais em diferentes intensidades de pastejo apresentam características que nos permitem elucidar os resultados aqui encontrados. O ambiente com maior intensidade de pastejo (4%) é composto predominantemente por *Paspalum notatum* (Tabela 3), que possui hábito de crescimento prostrado, se multiplica basicamente a partir do desenvolvimento de rizomas e estolões e possui longo histórico de adaptação ao pastejo intenso nas pastagens naturais (Mack & Tompson, 1982) como aquelas que compõem o bioma Pampa. Provavelmente estas plantas, ao desenvolverem mecanismos de adaptação e tolerância ao pastejo (Stowe et al., 2000; Straus & Agrawal, 1999), acumulam energia em tecidos de reserva e estruturas subterrâneas, sendo mais tolerantes ao pastejo do que outras gramíneas cespitosas e, conseqüentemente, acabam predominando neste ambiente. Segundo Stowe et al (2000), se a probabilidade de dano às folhas é alta e de dano às raízes é relativamente baixa, as plantas podem reservar recursos alocando-os nas raízes e/ou órgãos subterrâneos. Hirata (1993), avaliando taxa de perfilhamento, comprimento de estolão e número de raízes primárias em *Paspalum notatum* submetido a diferentes alturas de corte, encontrou maiores valores para todas as variáveis avaliadas na menor altura da corte (2cm). Segundo Mack & Tompson (1982), em ambientes que co-evoluíram com o pastejo, ocorre uma maior presença de espécies rizomatosas e estoloníferas, que são mais resistentes ao pastejo pela forma de perfilhamento.

O ambiente com oferta moderada (8-12%) possui uma composição botânica que também se alterou de acordo com a pressão de pastejo determinada por tal oferta. A oferta de forragem moderada contribui para que gramíneas de crescimento cespitoso e com uma menor eficiência em desenvolver mecanismos de adaptação ao pastejo se desenvolvam com mais facilidade, apresentando uma maior área foliar, capaz de competir com mais vantagem pela radiação solar, tornando-se predominantes na cobertura vegetal (Tabela 3) e influenciando, de certa forma, a composição florística do estrato inferior, pois, em alguns momentos, estas plantas protegem as espécies prostradas da herbivoria e em outros sombreiam tais espécies impedindo uma

maior eficiência na captação da radiação solar.

No entanto, não se deve atribuir somente à composição botânica as diferenças encontradas nas variáveis de biomassa subterrânea. As análises químicas do solo mostraram uma diferença numérica nos valores encontrados entre os dois ambientes de oferta (4% e 8-12%) (Tabela 1). Estas análises mostraram que no ambiente do 4% existe um maior teor de  $K^+$ , na média 44% superior ao 8-12%, e um menor teor de Al compondo a porcentagem de saturação da CTC (capacidade de troca de cátions). Não é possível afirmar qual característica surgiu primeiro, se a condição química do solo é hoje, em parte, reflexo dos quase 26 anos de aplicação dos tratamentos de oferta, ou se esta condição que acabou influenciando a diferença na biomassa subterrânea. O que é mais coerente dizer, é que nestes ambientes, com uma heterogeneidade de espécies e de tipos funcionais, pode ocorrer uma maior ciclagem de nutrientes que acaba dificultando estabelecer o princípio da relação de causa-efeito. O fato é que estas diferenças na análise química podem estar diretamente relacionadas com a biomassa radicular e com a dinâmica de alocação de carbono pelas plantas. Segundo Clarkson (1988), o principal efeito do alumínio no crescimento das plantas está na sua capacidade de inibir a divisão celular das raízes.

Ferrante et al. (2014), estudando a dinâmica de raízes em área de pastagem natural na Patagônia, observaram que algumas plantas arbustivas em épocas de diminuição da umidade do solo, estendem raízes lateralmente em direção aos sítios mais úmidos do solo. Uma terceira explicação é de que a biomassa de raízes possa ter diminuído nos períodos subsequentes de coleta (D3 e D4) pela diminuição da densidade de plantas em consequência da estiagem nos períodos anteriores. Outro ponto importante pode ser um provável aumento da ciclagem de nutrientes nos períodos pós-estiagem, ocasionada por uma maior atividade microbiana do solo (Berg, 2000; Cattelan & Vidor, 1990) que pode ocasionar uma maior decomposição do material morto acumulado de raízes que estaria sendo medido nas avaliações anteriores e que não estaria presente nas duas últimas avaliações.

## 5.2. Biomassa de Rizomas

As principais respostas dos tratamentos de diferimentos aplicados nos dois ambientes pastoris foram encontradas na biomassa de rizomas. A justificativa para utilização da ferramenta tanto para recuperação de áreas degradadas quanto para aumento de massa de forragem de espécies de alto valor forrageiro está na biomassa de rizomas. Os maiores valores encontrados nas avaliações de primavera no ambiente com baixa oferta de forragem comprovam o efeito da composição de espécies nestes ambientes (Tabela 3). As plantas que compõe este ambiente multiplicaram muito sua biomassa em relação à área não diferida, o que significa mais área foliar e maior captura de radiação solar, disponibilizando energia para produção adicional de rizomas no diferimento de primavera (DP). O efeito do ano sobre esta variável, nos dois ambientes pastoris mostra uma resposta contrária a da biomassa de raízes com um maior acúmulo de biomassa de rizomas no segundo ano de avaliação, período com menor déficit hídrico, o que comprova o efeito do balanço hídrico nas estratégias de sobrevivência das plantas.

As avaliações após os diferimentos de outono (Tabela 5) nos trazem

outros resultados interessantes. Nestas avaliações também encontramos resultado significativo para tratamento, no entanto, de maneira diferente para cada uma das ofertas. No 4%, o diferimento de outono, apresentou menor biomassa de rizomas que o tratamento não diferido, enquanto que no 8-12% a biomassa tendeu a ser maior nas parcelas diferidas,  $P=0,0562$ , (Tabela 5). A explicação para estes resultados está no fato do período de realização deste diferimento não ser o ideal para o crescimento das espécies que compõe o 4% mantendo estável a produção de rizomas. Por outro lado, o estímulo do corte frequente pela presença do animal, é que contribuiu para a maior biomassa de rizomas nas parcelas não diferidas, pelos mesmos mecanismos encontrados por Hirata (1993), o qual verificou maior massa de rizomas em *P. notatum* com cortes mais intensos. Nas parcelas do 8-12% como ocorre uma maior composição de espécies cespitosas a disposição para o pastejo, a tendência dos resultados foi a favor do diferimento de outono pois o estímulo do corte nas espécies prostradas é menos frequente. Exclusões de pastejo prolongadas favorecem o aparecimento de espécies cespitosas, tais como gramíneas *Adropogon lateralis* e *Aristida sp.* em substituição a espécies prostradas, como *Paspalum notatum* (Bodrini & Eggers, 1996, 1997). O presente ensaio fez exclusões de pastejo por curtos períodos que não permitiram a ocorrência destas substituições. As diferenças encontradas no efeito acumulado dos tratamentos no 4% (figura 4a) foram entre DP e DO o que ficou dentro do esperado, já que a primavera é o período que mais favorece o desenvolvimento das plantas de ciclo C4 que predominam neste ambiente. No entanto, na oferta 8-12% a Briz entre o DP e o DO foi igual sendo diferente apenas entre o DO e o ND. A maior biomassa de rizomas encontrada no diferimento de primavera (DP) mostra uma melhor resposta da comunidade vegetal para aumentar o estabelecimento de espécies que acumulam carbono em estruturas de reserva. Rodrigues et al. (2010) encontraram resultados semelhantes avaliando a influência de diferimento de verão no comportamento de rizomas numa pastagem natural. Estes autores encontraram um aumento de 104% na biomassa de rizomas na área diferida em comparação com a testemunha. Segundo Nabinger (2009) o diferimento possibilita às plantas perenes das pastagens um período de descanso que permite o acúmulo de substâncias de reserva (carboidratos solúveis armazenados em órgãos mais permanentes, como raízes, coroa e base dos colmos ou rizomas).

### 5.3. Biomassa Subterrânea Total

Esta variável apresentou resultados contrários ao que era esperado para o 4% e 8-12% quando se compara as biomassas encontradas, expressando o mesmo comportamento da Braíz que compões a maior parte da Bsubt. O efeito significativo dos anos também mostra o efeito do déficit hídrico ocorrido no Ano 1 pelos mesmos mecanismos explicados para Braíz. A maior Bsubt encontrada no ambiente com maior pressão de pastejo, nos leva a entender o quão importante são os ambientes naturais na sustentabilidade da atividade pecuária. Pois mesmo com anos de sobrecarga animal, num manejo que extrai mais do que retorna recursos ao meio, este ambiente consegue desenvolver mecanismos de resistência e sobrevivência após o pastejo e, por este motivo, deve ser tratado com maior importância na exploração econômica destes ambientes (Bilenca & Minarro, 2004; Carvalho et al., 2006a; Nabinger,

2000). As causas que ao longo dos últimos 26 anos levaram estes ambientes a esta diferença na biomassa de matéria seca subterrânea devem ser avaliadas dentro do sistema como um todo. As diferenças percentuais na composição dos tipos funcionais de plantas que isoladamente poderia explicar em parte a maior biomassa subterrânea com oferta de 4% é apenas mais um efeito do manejo empregado na área durante o período. Outros fatores ligados as características físicas do solo devem ser melhor elucidados e incluídos no estudo destas respostas. Por enquanto, a maior porcentagem de espécies prostradas, como *Paspalum notatum* no 4%, pode justificar este resultado em acordo com Hirata (1993). Milchunas (2013) avaliou a biomassa de raízes em ambientes naturais pastejados e não pastejados por cinco anos e não encontrou diferença significativa para esta variável, embora tenha encontrado diferença, no mesmo trabalho, quando comparou a pastagem nativa com pastagens semeadas com curto e médio histórico de pastejo. Rodrigues et al. (2010) não encontraram diferenças entre a massa de matéria seca de raízes nos 40 cm de solo comparando pastagens naturais sob pastejo e diferidas no verão no município de Bagé, região do pampa no Rio Grande do Sul. Estes resultados corroboram com nosso trabalho onde também não houve efeito dos tratamentos de diferimento na biomassa subterrânea total. O efeito dos períodos de avaliação na biomassa subterrânea total nos leva a crer na influência do déficit hídrico (Long et al, 1989; Santos & Carlesso, 1999; Taiz & Zeiger, 2004; Cavallini & Lima, 2009; Hoogenbomm et al., 1987) ocorrido nas duas primeiras avaliações (Figura 1). Este fato nos leva a acreditar ainda mais na importância da preocupação com a crescente destruição das pastagens naturais do Pampa, no sentido de que após o revolvimento da vegetação natural e, conseqüentemente, da destruição de suas estruturas subterrâneas, o processo de reconstrução é bastante lento e os custos para produção pecuária tornam-se bastante altos e muitas vezes insustentáveis.

#### **5.4. Relação entre biomassa aérea e subterrânea**

A relação entre as biomassas apresentou resultados que contribui para justificar o uso do diferimento como ferramenta para recuperação de áreas degradadas. A análise destas relações mostrou o efeito positivo, de ambos os períodos de diferimento (DP e DO) no ambiente com baixa oferta de forragem (tabelas 3 e 4). No segundo ano de avaliações, ocorreu uma maior R:A/S no DO em comparado ao ND o que se justifica pelo retorno das chuvas no período de avaliação. Isso nos ajuda a entender a dinâmica de crescimento e as estratégias de sobrevivências das plantas em períodos de distúrbios climáticos ou por ação antrópica. A relação entre as biomassa aérea e subterrânea, nos ajuda estimar corretamente a produção primária das áreas e a capacidade de sequestro e estocagem de carbono de cada ambiente (Fidelis, 2009; Long et al., 1989). Tanto o DP quanto o DO, permitiram um maior acúmulo de forragem verde no 4%, melhorando a relação da biomassa aérea com a subterrânea e permitindo um aumento da área foliar que, conseqüentemente, promove uma maior cobertura do solo e melhora o aproveitamento da RFA (Radiação fotossinteticamente ativa), aumentando o sequestro de CO<sub>2</sub> na área (Bilenca & Minarro, 2004; Kemp & Michalk, 2007; FAO, 2010).

O efeito acumulado da aplicação dos tratamentos confirmou o resultado positivo do DP no 4%. Este resultado nos mostrou, que mesmo com

períodos de déficit hídrico, o diferimento permite acumular forragem em ambientes degradados e conseqüentemente contribuir para sua recuperação. Da mesma forma, o resultado não significativo aos tratamentos no ambiente com oferta moderada de forragem (8-12%) reforça ainda mais o uso desta ferramenta em ambientes sobrepastejados, pois estes são os que apresentam uma melhor resposta potencial ao uso do diferimento.

## **6. CONCLUSÃO**

O diferimento aplicado em período favorável ao crescimento vegetal (primavera) proporciona aumento da biomassa aérea e, quando aplicado em ambientes com longo histórico de sobrepastejo, pode aumentar a biomassa de rizomas, contribuindo para a maior resiliência da cobertura vegetal com predominância de espécies que apresentam esse tipo de estrutura subterrânea.

Apesar do efeito sobre a produção de rizomas no período avaliado neste experimento, o diferimento não demonstrou qualquer influência na biomassa de raízes, independentemente da época de aplicação e da intensidade de pastejo a que o pasto está submetido.



## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O uso indiscriminado e inconsciente dos recursos naturais nos traz consequências muitas vezes devastadoras e irreversíveis do ponto de vista ambiental. No caso das pastagens naturais do Rio Grande do Sul, o mau uso ainda ajuda a promover um efeito negativo de cunho sócio-cultural, pois os baixos índices produtivos impedem a permanência de muitos produtores no campo, que acabam vendendo ou arrendando suas propriedades para morar na cidade buscando outra alternativa de renda que nem sempre dá certo e culmina com mais “necessitados”.

Muito mais é preciso pesquisar, descobrir e entender sobre os mecanismos, interações e processos que ocorrem no “campo nativo” tanto acima quanto abaixo do solo antes que ele seja totalmente extinto. Nesse sentido, se torna necessário quantificações mais detalhadas dos sistemas subterrâneos das pastagens que elucidem a presença e distribuição horizontal e vertical de diferentes tipos funcionais de raízes, a dinâmica do desenvolvimento e de senescência destas e de outros órgãos subterrâneos, bem como suas interações com as características edafoclimáticas, com a intensidade de pastejo e com as outras práticas de manejo comumente aplicadas nas pastagens naturais.

Deve-se valorizar e incentivar a pesquisa de longo prazo nestes ambientes para que trabalhos muito mais informativos e com riqueza de detalhes sejam realizados e possam realmente contribuir para a construção do conhecimento.

## 8. REFERÊNCIAS

ALBERSTON, F. W. **Ecology of mixed prairie in west central Kansas**. 1937. Tese (Doutorado) - University of Nebraska, Nebraska, 1937.

ALEGRE, J. C.; LARA, P. D. Efecto de los animales en pastoreo sobre las propiedades físicas de suelos de la región tropical húmeda de Perú. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 13, n. 1, p. 18-23, 1991.

ALLINGTON, G. R. H.; VALONE, T. J. Long-term livestock exclusion in an arid grassland alters vegetation and soil. **Rangeland Ecology & Management**, Lawrence, v. 64, n. 4, p. 424-428, 2011.

ARREDONDO, J. T.; JOHNSON, D. A. Root architecture and biomass allocation of three range grasses in response to nonuniform supply of nutrients and shoot defoliation. **New Phytologist**, Cambridge, v. 143, n. 2, p. 373-385, 1999.

AZAMBUJA FILHO, J. C. R. **Padrões de diversidade vegetal em campo nativo com longo histórico de pressões de pastejo contrastantes**. 2012. 58 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal d Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

BERG, B. Litter decomposition and organic matter turnover in northern forest soils. **Forest Ecology and Management**, Bayreuth, v. 133, n. 1-2, p. 13–22, 2000.

BERGAMASCHI, G.; GUADAGNIN, M. R. **Agroclima da estação agrônômica**. Porto Alegre: Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da UFRGS, 1990. 96 p.

BERTOL, I. et al. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem numa pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 5, p. 779-786, 1998.

BILBROUGH, C. J.; RICHARDS, J. H. Growth of Sagebrush and Bitterbrush Following Simulated Winter Browsing: Mechanisms of Tolerance. **Ecology**, Washington, v. 74, n. 2, p. 481-492, 1993.

BILENCA, D. N.; MIÑARRO, F. O. **Identificación de áreas valiosas de pastizal en las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil.** Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre, 2004. 323 p.

BÖHM, W. **Methods of studying root systems.** Berlin: Springer - Verlag, 1979. 188 p.

BOLDRINI, I. I. **Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional.** Porto Alegre: UFRGS, 1997. p. 1-39. (Boletim do Instituto de Biociências, 56).

BOLDRINI, I. I. et al. **Bioma Pampa: diversidade florística e fisionômica.** Porto Alegre: ed. Pallotti, 2010. 64 p.

BRISKE, D. D.; HEITSCHMIDT, R. K. An ecological perspective. In: HEITSCHMIDT, R. K.; STUTH, J. W. **Grazing Management.** Portland: Timber Press, 1991. p. 11-26.

CARAMBULA, M. **Producción y manejo de pasturas sembradas.** Montevideo: Hemisferio Sur, 1977. 464 p.

CARVALHO, P. C. F. et al. Produção Animal no Bioma Campos Sulinos. **Brazilian Journal of Animal Science**, João Pessoa, v. 35, n. Supl. Esp., p. 156-202, 2006.

CARVALHO, P. C. F.; SANTOS, D. T.; NEVES, F. P. Oferta de forragem como condicionadora da estrutura do pasto e do desempenho animal. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Metropole, 2007. p. 23-59.

CASPER, B. B.; JACKSON, R. B. Plant competition underground. **Annuals Reviews of Ecology Systematics**, Palo Alto, v. 28, n. 1, p. 545-570, 1997.

CASTILHOS, Z. M. S. **Dinâmica vegetacional e tipos funcionais em áreas excluídas e pastejadas sob diferentes condições iniciais de adubação.** 2002. 52 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 133-142, 1990.

CLARKSON, D. T. et al. Temperature dependent factors influencing nutrient uptake: an analysis of responses at different levels of organization. In: LONG, S. P.; WOODWARD, F. I. (Ed.). **Plants and Temperature.** Cambridge: The Company of Biologists, 1988. p. 281-309.

CONTE, O. et al. Densidade, agregação e frações de carbono de um argissolo

sob pastagem natural submetida a níveis de ofertas de forragem por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 579–587, 2011.

COUGHENOUR, M. B. Biomass and nitrogen responses to grazing of upland steppe on Yellowstone's northern winter range. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 28, n. 1, p. 71–82, 1991.

CRAINE, J. M. et al. Relationship between the structure of root systems and resource use for 11 North American grassland plants. **Plant Ecology**, Berlin, v. 165, n. 1, p. 85-100, 2002.

DAWSON, L. A.; GRAYSTON, S. J.; PATERSON, E. Effects of grazing on the roots and rhizosphere of grasses. In: LEMAIRE, G. et al. (Ed.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. London: British Library, 2000. p. 61-78.

DULEY, F. L.; DOMINGO, C. E. **Effect of grass on intake of water**. Lincoln: University of Nebraska, College of Agriculture, Agricultural Experiment Station, 1949. 32 p. (Research Bulletin, 159).

DYER, A. M. I. et al. Source-sink carbon relations in two *Panicum coloratum* ecotypes in response to herbivory. **Ecological Society of America**, Washington, D.C., v. 72, n. 4, p. 1472–1483, 1991.

FEDRIGO, J. K. et al. Fertilization of deferred natural grassland in shallow soils of south Brazil. In: INTERNATIONAL RANGELAND CONGRESS, 9., 2011, Rosario. **Anais...** Rosário: [s.n.], 2011. p. 346-346.

FERRANTE, D.; OLIVA, G. E.; FERNÁNDEZ, R. J. Soil water dynamics, root systems, and plant responses in a semiarid grassland of Southern Patagonia. **Journal of Arid Environments**, London, v. 104, p. 52–58, 2014.

FERREIRA, E. T. et al. Terminação de novilhos de corte Angus e mestiços em pastagem natural na região da Campanha do RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 9, p. 2048-2057, 2011b

FIDELIS, A. et al. The ecological value of *Eryngium horridum* in maintaining biodiversity in subtropical grasslands. **Austral Ecology**, Sydney, v. 34, n. 5, p. 558–566, 2009.

FORSLING, C. L. **A study of the influence of herbaceous plant cover on surface runoff and soil erosion in relation to grazing on the Wasatch Plateau in Mtatch**. Utah: Dept. Agriculture. USDA, 1931. p. 8. (Tech. Bull., 220).

FRANZLUEBBERS, A. J.; STUEDEMANN, J. A.; SCHOMBERG, H. H. Spatial distribution of soil carbon and nitrogen pools under grazed tall fescue. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 64, n. 2, p. 635-639, 2000.

- GOMAR, E. P. et al. Atributos do solo e biomassa radicular após quatro anos de semeadura direta de forrageiras de estação fria em campo natural dessecado com herbicidas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 211-223, 2002.
- GRAFF, P.; AGUIAR, M. R.; CHANETON E. J. Shifts in positive and negative plant interactions along a grazing intensity gradient. **Ecology**, Washington, D.C., v. 88, n. 1, p. 188–199, 2007.
- GRANT, S. A. et al. Sward management, lamina turnover and tiller population density in continuously stocked *Lolium perenne* dominated swards. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 38, n. 4, p. 333-344, 1983.
- GREGORY P. J. Roots, rhizosphere and soil: the route to a better understanding of soil science? **European Journal of Soil Science**, Chichester, v. 57, n. 1, p. 2–12, 2006.
- GUMA, J. M. C. R. **Produção animal em pastagem nativa diferida e adubada, no outono-inverno**. 2005. 75 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.
- HERRICK, J. E.; LAL, R. Soil physical property changes during decomposition in a tropical pasture. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 59, n. 3, p. 908-912, 1995.
- HIRATA, M. Response of bahiagrass (*Paspalum notatum* Flugge) sward to cutting height. 3. Density of tillers, stolons and primary roots. **Journal Japanese Grassland Science**, Nasushiobara, v. 39, n. 2, p. 196-205, 1993.
- HOOGENBOOM, G.; HUCK, M. G.; PETERSON C. M. Root growth rate of soybean as affected by drought stress. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, n. 4, p. 607-614, 1987.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil**. 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 15 jan. 2014.
- KEMP, D. R.; MICHALK, D. L. Towards sustainable grassland and livestock management. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 145, n. 6, p. 543–564, 2007.
- RUSSELL, R. S.; IGUE, K.; MEHTA, Y. R. (Ed.). The soil/root system in relation to Brazil Agriculture. In: SYMPOSIUM ON THE SOIL/ROOT SYSTEM, 1981, Londrina. **Proceedings**... Londrina: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, 1981. p. 302-318.
- LEMAIRE, G. Research priorities for grassland science: the need of long term

integrated experiments networks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, suplemento especial, p. 93-100, 2007.

LEMAIRE, G.; WILKINS, R.; HODGSON, J. Challenges for grassland science: managing research priorities. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 108, n. 2, p. 99-108, 2005.

LEÓN, R. J. C.; BURKART, S. E.; MOYA, C. P. **Relevamiento fitosociológico del pastizal del Norte de la Deprecion del Salgado**. Buenos Aires: INTA, 1979. 90 p.

LONG, S. P. et al. Primary productivity of natural grass ecosystems of the tropics: A reappraisal. **Plant and Soil**, Crawley, v. 115, n. 2, p. 155-166, 1989.

MACK, R. N.; THOMPSON, J. N. Evolution in steppe with few large, hooved mammals. **The American Naturalist**, Pittsburgh, v. 119, n. 6, p. 757-773, 1982.

MARASCHIN, G. E. et al. **Native pasture, forage on offer and animal response**. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997, Saskatoon. **Proceedings...** Saskatoon: [s.n.], 1997.

MATTHEW, C. et al. Relationship between root production and tiller appearance rates in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). In: ATKINSON, D. (Ed.). **Plant root growth: an ecological perspective**. Special Publication Series of the British Ecological Society. London: Blackwell Science Inc., 1991. p. 281-290. v. 10.

MAWDSLEY, J. L.; BARDGETT, R. D. Continuous defoliation of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and white clover (*Trifolium repens*) and associated changes in the microbial population of an upland grassland soil. **Biology and Fertility of Soils**, Firenze, v. 24, n. 1, p. 52-58, 1997.

MCIVOR J. G. Australian grasslands. In: SUTTIE, J. M.; REYNOLDS, S. G.; BATELLO, C. (Ed.). **Grasslands of the World**. Rome: FAO, 2005b. p. 343-374.

MCNAUGHTON, S. J.; BANIKWA, F. F.; MCNAUGHTON, M. M. Roots biomass and productivity in a grazing ecosystem: The Serengeti. **Ecology**, Washington, D.C. v. 79, n. 2, p. 587-592, 1998.

MILCHUNAS, D. G.; SALA, O. E.; LAUENROTH, W. K. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. **American Naturalist**, Chicago, v. 132, n. 1, p. 87-106, 1988.

MILCHUNAS, D. G.; LAUENROTH, W. K. A quantitative assessment of the effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. **Ecological Monographs**, Washington, D.C., v. 63, p. 327-366, 1993.

MILCHUNAS, D. G.; VANDEVER, M. W. Grazing effects on aboveground primary production and root biomass of early seral, mid-seral, and undisturbed

semiarid grassland. **Journal of Arid Environments**, London, v. 92, p. 81-88, 2013.

MILLER, D. J. The Tibetan Steppe. In: SUTTIE, J. M.; REYNOLDS, S. G.; BATELLO, C. (Ed.). **Grasslands of the World**. Rome: FAO, 2005b. p. 305-336.

MOOJEN, E. L.; MARASCHIN, G. E. Potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a níveis de oferta de forragem. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 127-132, 2002.

MOOJEN, E. L. **Dinâmica e potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a pressões de pastejo, épocas de diferimento e níveis de adubação**. 1991. 172 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The design conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, Pennsylvania. **Proceedings...** Pennsylvania: State College Press, 1952. p. 1380-1395.

MUELLER, K. E. et al. Root depth distribution and the diversity–productivity relationship in a long-term grassland experiment. **Ecology**, Washington, D.C., v. 94, n. 4, p. 787–793, 2013.

MULLER, M. M. L. et al. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1409-1418, 2001.

NABINGER, C. Manejo e Produtividade das Pastagens Nativas do Subtrópico Brasileiro. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. p. 25-76.

NABINGER, C.; MORAES, A.; MARASCHIN, G. Campos in Southern Brazil. In: LEMAIRE, G. et al. **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p. 355-376.

NABINGER, C. et al. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLAR, V. P. et al. (Ed.). **Campos Sulinos, conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. p. 175-198.

PALLARÉS O. R.; BERRETTA E. J.; MARASCHIN G. E. The South American Campos ecosystem. In: SUTTIE, J. M.; REYNOLDS, S. G.; BATELLO, C. (Ed.). **Grasslands of the World**. Rome: FAO, 2005b. p. 171-211.

PALMER A. R.; AINSLIE A. M. Grasslands of South Africa. In: SUTTIE, J. M.; REYNOLDS, S. G.; BATELLO, C. (Ed.). **Grasslands of the World**. Rome: FAO, 2005b. p. 77-116.

PANTULIANO, S. **Sustaining livelihoods across the around settlements has changed, with the disappearance of seven palatable species and challenges facing the Beja pastoralists of north eastern Sudan.** London: International Institute for environment and development (IIED), 2002. 52 p.

PARUELO, J. M. et al. The grasslands and steppes of Patagonia and the Río de la Plata plains. In: VEBLEN T.; YOUNG K. (Ed.). **The physical geography of South America.** Oxford, United Kingdom: Oxford University Press, 2007. p. 232–249.

PIEPER, R. D. Grasslands of central North America. In: SUTTIE, J. M.; REYNOLDS, S. G.; BATELLO, C. (Ed.). **Grasslands of the World.** Rome: FAO, 2005b. p. 221-251.

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

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

REID, R. S. et al. The changing face of pastoral systems in grass - dominated ecosystems of eastern Africa. In: SUTTIE, J. M.; REYNOLDS, S. G.; BATELLO, C. (Ed.). **Grasslands of the World.** Rome: FAO, 2005b. p. 19-64.

RICHARDS, J. H. Physiology of plants recovering from defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Wellington. **Proceedings...** Wellington: SIR Publishing, 1993. p. 85–94.

RICHARDS, J. H. Root growth response to defoliation in two *Agropyron* bunchgrasses: field observations with an improved root periscope. **Oecology**, Berlin, v. 64, n. 1, p. 21-25, 1984.

RODRIGUES, C. A. G. et al. **Avaliação do sistema radicular e de rizomas de um campo natural diferido em Bagé, RS.** Embrapa: Campinas, 2010. 17 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 10).

ROLDÁN, E. M.; FERREIRO, J. P.; BARDGETT, R. D. Grazing exclusion affects soil and plant communities, but has no impact on soil carbon storage in an upland grassland. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 149, p. 118-123, 2012.

RUSSEL, R. S.; ELLIS, F. B. Estimation of the distribution of plant roots in soil. **Nature**, London, v. 217, p. 583-583, 1968.

SAFFARIHA, M.; AZARNIVAND, H.; AVILI, A. Effects of grazed enclosure on some of nutrient elements of aerial and underground organs of *Artemisia sieberi*, *Stipa hohenacheriana* and *Salsola rigida*. **International Journal of**



- Agronomy and Agricultural Research**, v. 4, n. 2, p. 62-70, 2014.
- SALTON, J. C. et al. Atributos físicos de um Argissolo sob pastagem natural após 18 anos sob diferentes níveis de ofertas de forragem. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 7, n. 2, p. 107-118, 2008.
- SAMPSON, A. W. A symposium on rotation grazing in North America. **Journal of Range Management**, Denver, v. 4, n. 1, p. 19-23, 1951.
- SANTOS, D. T. **Manipulação da oferta de forragem em pastagem natural: efeito sobre o ambiente de pastejo e o desenvolvimento de novilhas de corte**. 2007. 259 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 1-6, 1998.
- SCURLOCK, J. M. O.; HALL, D. O. The global carbon sink: a grassland perspective. **Global Change Biology**, Berkeley, v. 4, n. 2, p. 229–233, 1998.
- SENF, R. L. et al. Large Herbivore Foraging and Ecological Hierarchies: Landscape ecology can enhance traditional foraging theory. **BioScience**, Springfield, v. 37, n. 11, p. 789-799, 1987.
- SHANG, Z. H. et al. The effects of three years of fencing enclosure on soil seed banks and the relationship with above-ground vegetation of degraded alpine grasslands of the Tibetan plateau. **Plant and Soil**, Crawley, v. 364, n. 1-2, p. 229-244, 2013.
- SHI, X. M. Grazing exclusion decreases soil organic C storage at an alpine grassland of the Qinghai–Tibetan Plateau. **Ecological Engineering**, v. 57, p. 183-187, 2013.
- SORIANO, A. et al. Río de la Plata grasslands. In: COUPLAND, R. T. (Ed.). **Ecosystems of the World. Natural Grasslands**. Amsterdam: Western Hemisphere, 1992. p. 367–407.
- STODDART, L. A.; SMITH, A. D. **Range management**. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1943. 547 p.
- STOWE, K. A. et al. The evolutionary ecology of tolerance to consumer damage. **Annual Reviews of Ecology Systematics**, Palo Alto, v. 31, p. 565–95, 2000.
- STRAUSS, S.; AGRAWAL, A. The ecology and evolution of tolerance to herbivory. **Trends in Ecology & Evolution**, Cambridge, v. 14, n. 5, p. 179–85, 1999.
- SUN, G.; COFFIN, D. P.; LAUENROTH, W. K. Comparison of root distributions of species in North American grasslands using GIS. **Journal of Vegetation**

- Science**, Grangaerde, v. 8, n. 4, p. 587-596, 1997.
- SUTTIE, J. M.; REYNOLDS, S. G.; BATELLO, C. Introduction. In: SUTTIE, J. M.; REYNOLDS, S. G.; BATELLO, C. (Ed.). **The Grassland of the World**. Rome: FAO, 2005. p. 1. n. 34. (Plant Production and Protection Series).
- SUTTIE J. M. Grazing management in Mongolia. In: SUTTIE, J. M.; REYNOLDS, S. G.; BATELLO, C. (Ed.). **Grasslands of the World**. Rome: FAO, 2005b. p. 265-302.
- TABOADA, M. A. Efectos del pisoteo y pastoreo animal sobre suelos en siembra directa. In: SIMPOSIO DE GANADERÍA EN SIEMBRA DIRECTA, 4., 2007, San Luiz. **Anais...** San Luiz: Fac. de Agronomía UBA, 2007. p. 71-83.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia do Estresse. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap. 25, p. 616-617.
- TILMAN, D.; WEDIN, D.; KNOPS, J. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. **Nature**, London, v. 379, p. 718–720. 1996.
- TURNER, C. L.; KNAPP, A. K. Responses of a C4 grass and three C3 forbs to variation in nitrogen and light in tallgrass prairie. **Ecology**, Washington, D.C., v. 77, n. 6, p. 1738-1749, 1996.
- TURNER, C. L.; KNEISLER, J. R.; KNAPP, A. K. Comparative gas exchange and nitrogen responses of the dominant C4 grass, *Andropogon gerardii*, and five C3 forbs to fire and topographic position in tallgrass prairie during a wet year. **International Journal of Plant Science**, Chicago, v. 156, n. 2, p. 216-226, 1995.
- VOLK, L, B. S. et al. **Protocolo de amostragem para determinação de atributos de raízes de plantas de campo nativo**. Bagé: EMBRAPA, 2011. 5 p. (Comunicado Técnico, 82).
- WAISEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKAFI, U. **Plant roots: the hidden half**. 3. ed. New York: Marcel Dekker, 2002. 1120 p.
- WEAVER, J. E. **The Ecological Relations of Roots**. Washington, D.C.: Carnegie Institution of Washington, 1919. 120 p. n. 286.
- WEAVER, J. E. **North American prairie**. Lincoln: Johnson Publishing Company, 1954.
- WHITE, F. The Vegetation of Africa; a descriptive memoir to accompany the Unesco/AETFAT/UNSO vegetation map of Africa. Paris: UNESCO, 1983. 356 p. (Natural Resources Research Series, XX).
- WHITE, R.; MURRAY, S.; ROHWEDER, M. **Pilot analysis of global ecosystems: Grassland ecosystems**. Washington, D.C: World Resources Institute, 2000. 112 p.

WILM, H. G.; COSTELLO, D. F.; KLIPPLE, G. E. Estimating forage yield by the double sampling methods. **Journal of the American Society of Agronomy**, Geneva, v. 36, n. 3, p. 194-203, 1944.

WORLD BANK. **World development indicators**. Washington D.C. 2007a. WORLD RESOURCES INSTITUTE - PAGE. 2000. Disponível em: <<http://earthtrends.wri.org/text/forests-grasslands-drylands/map-229.htm>>. Acesso em: 26 de agosto de 2014

ZHU, H. et al. Multivariate control of root biomass in a semi-arid grassland on the Loess Plateau, China. **Plant and Soil**, Crawley, v. 379, n. 1-2, p. 315–324, 2014.

### 9. APÊNDICE 1.

Trat	Rep.	Periodo	Oferta	R: A/S	Raiz PI*0.5
DO	1	1	4	0.034	0.165
DO	2	1	4	0.017	0.114
DO	3	1	4	0.029	0.150
DP	1	1	4	0.036	0.167
ND	1	1	4	0.027	0.145
ND	2	1	4	0.023	0.135
DP	2	1	4	0.124	0.250
DP	3	1	4	0.095	0.272
ND	3	1	4	0.035	0.165
DO	1	2	4	0.058	0.366
DO	2	2	4	0.045	0.352
DO	3	2	4	0.038	0.305
DP	1	2	4	0.028	0.407
ND	1	2	4	0.028	0.331
ND	2	2	4	0.034	0.334
DP	2	2	4	0.021	0.376
DP	3	2	4	0.041	0.317
ND	3	2	4	0.035	0.375
DO	1	3	4	0.018	0.213
DO	2	3	4	0.017	0.188
DO	3	3	4	0.012	0.173
DP	1	3	4	0.117	0.149
ND	1	3	4	0.011	0.148
ND	2	3	4	0.018	0.164
DP	2	3	4	0.083	0.129
DP	3	3	4	0.113	0.179
ND	3	3	4	0.019	0.165
DO	1	4	4	0.126	0.415
DO	2	4	4	0.088	0.313
DO	3	4	4	0.071	0.264
DP	1	4	4	0.068	0.303
ND	1	4	4	0.058	0.357
ND	2	4	4	0.040	0.385
DP	2	4	4	0.108	0.320
DP	3	4	4	0.107	0.260
ND	3	4	4	0.081	0.397

Trat	Avali	Parcela	Rep	Cilindro	Oferta	Profund	Raiz PI
DO	1	1	1	1	4	5	4.073
DO	1	1	1	1	4	10	2.500
DO	1	1	1	1	4	15	1.548
DO	1	1	1	1	4	20	1.385
DO	1	1	1	1	4	25	1.125
DO	1	1	1	1	4	30	0.940
DO	1	1	1	2	4	5	.
DO	1	1	1	2	4	10	.
DO	1	1	1	2	4	15	.
DO	1	1	1	2	4	20	.
DO	1	1	1	2	4	25	.
DO	1	1	1	2	4	30	.
DO	1	2	2	1	4	5	4.913
DO	1	2	2	1	4	10	2.453
DO	1	2	2	1	4	15	2.462
DO	1	2	2	1	4	20	1.578
DO	1	2	2	1	4	25	1.402
DO	1	2	2	1	4	30	0.886
DO	1	2	2	2	4	5	6.743
DO	1	2	2	2	4	10	3.017
DO	1	2	2	2	4	15	1.346
DO	1	2	2	2	4	20	1.103
DO	1	2	2	2	4	25	1.317
DO	1	2	2	2	4	30	1.234
DO	1	3	3	1	4	5	5.586
DO	1	3	3	1	4	10	2.021
DO	1	3	3	1	4	15	1.548
DO	1	3	3	1	4	20	1.027
DO	1	3	3	1	4	25	0.974
DO	1	3	3	1	4	30	0.958
DO	1	3	3	2	4	5	5.175
DO	1	3	3	2	4	10	2.093
DO	1	3	3	2	4	15	1.576
DO	1	3	3	2	4	20	1.351
DO	1	3	3	2	4	25	1.471
DO	1	3	3	2	4	30	1.030
DP	1	4	1	1	4	5	6.972
DP	1	4	1	1	4	10	3.048
DP	1	4	1	1	4	15	1.978
DP	1	4	1	1	4	20	1.975
DP	1	4	1	1	4	25	1.623
DP	1	4	1	1	4	30	1.644

DP	1	4	1	2	4	5	4.636
DP	1	4	1	2	4	10	2.256
DP	1	4	1	2	4	15	1.553
DP	1	4	1	2	4	20	1.129
DP	1	4	1	2	4	25	1.599
DP	1	4	1	2	4	30	1.258
ND	1	5	1	1	4	5	5.201
ND	1	5	1	1	4	10	2.098
ND	1	5	1	1	4	15	1.931
ND	1	5	1	1	4	20	1.241
ND	1	5	1	1	4	25	1.142
ND	1	5	1	1	4	30	0.833
ND	1	5	1	2	4	5	5.103
ND	1	5	1	2	4	10	2.320
ND	1	5	1	2	4	15	1.551
ND	1	5	1	2	4	20	1.766
ND	1	5	1	2	4	25	1.907
ND	1	5	1	2	4	30	1.361
ND	1	6	2	1	4	5	5.415
ND	1	6	2	1	4	10	2.732
ND	1	6	2	1	4	15	2.153
ND	1	6	2	1	4	20	2.065
ND	1	6	2	1	4	25	1.583
ND	1	6	2	1	4	30	1.718
ND	1	6	2	2	4	5	4.661
ND	1	6	2	2	4	10	1.967
ND	1	6	2	2	4	15	1.675
ND	1	6	2	2	4	20	1.359
ND	1	6	2	2	4	25	1.132
ND	1	6	2	2	4	30	1.411
DP	1	7	2	1	4	5	3.910
DP	1	7	2	1	4	10	2.224
DP	1	7	2	1	4	15	1.289
DP	1	7	2	1	4	20	1.403
DP	1	7	2	1	4	25	1.382
DP	1	7	2	1	4	30	1.147
DP	1	7	2	2	4	5	.
DP	1	7	2	2	4	10	.
DP	1	7	2	2	4	15	.
DP	1	7	2	2	4	20	.
DP	1	7	2	2	4	25	.
DP	1	7	2	2	4	30	.
DP	1	8	3	1	4	5	5.295
DP	1	8	3	1	4	10	2.069
DP	1	8	3	1	4	15	1.606

DP	1	8	3	1	4	20	1.633
DP	1	8	3	1	4	25	1.380
DP	1	8	3	1	4	30	1.476
DP	1	8	3	2	4	5	2.944
DP	1	8	3	2	4	10	1.632
DP	1	8	3	2	4	15	1.193
DP	1	8	3	2	4	20	1.342
DP	1	8	3	2	4	25	.
DP	1	8	3	2	4	30	.
ND	1	9	3	1	4	5	4.480
ND	1	9	3	1	4	10	1.929
ND	1	9	3	1	4	15	1.560
ND	1	9	3	1	4	20	1.252
ND	1	9	3	1	4	25	1.241
ND	1	9	3	1	4	30	1.149
ND	1	9	3	2	4	5	5.064
ND	1	9	3	2	4	10	1.865
ND	1	9	3	2	4	15	2.119
ND	1	9	3	2	4	20	2.179
ND	1	9	3	2	4	25	1.481
ND	1	9	3	2	4	30	1.319
ND	1	1	1	1	12	5	4.072
ND	1	1	1	1	12	10	1.875
ND	1	1	1	1	12	15	1.353
ND	1	1	1	1	12	20	1.337
ND	1	1	1	1	12	25	0.764
ND	1	1	1	1	12	30	0.744
ND	1	1	1	2	12	5	6.466
ND	1	1	1	2	12	10	1.862
ND	1	1	1	2	12	15	1.999
ND	1	1	1	2	12	20	2.003
ND	1	1	1	2	12	25	1.667
ND	1	1	1	2	12	30	1.462
ND	1	2	2	1	12	5	3.420
ND	1	2	2	1	12	10	1.537
ND	1	2	2	1	12	15	1.409
ND	1	2	2	1	12	20	1.618
ND	1	2	2	1	12	25	1.267
ND	1	2	2	1	12	30	1.196
ND	1	2	2	2	12	5	4.162
ND	1	2	2	2	12	10	1.602
ND	1	2	2	2	12	15	1.431
ND	1	2	2	2	12	20	2.385
ND	1	2	2	2	12	25	1.197
ND	1	2	2	2	12	30	.

DO	1	3	1	1	12	5	4.783
DO	1	3	1	1	12	10	3.460
DO	1	3	1	1	12	15	1.980
DO	1	3	1	1	12	20	0.839
DO	1	3	1	1	12	25	2.297
DO	1	3	1	1	12	30	1.337
DO	1	3	1	2	12	5	4.166
DO	1	3	1	2	12	10	2.101
DO	1	3	1	2	12	15	1.624
DO	1	3	1	2	12	20	1.565
DO	1	3	1	2	12	25	1.257
DO	1	3	1	2	12	30	
DP	1	4	1	1	12	5	3.940
DP	1	4	1	1	12	10	1.511
DP	1	4	1	1	12	15	1.279
DP	1	4	1	1	12	20	1.389
DP	1	4	1	1	12	25	1.094
DP	1	4	1	1	12	30	1.344
DP	1	4	1	2	12	5	5.242
DP	1	4	1	2	12	10	2.453
DP	1	4	1	2	12	15	1.991
DP	1	4	1	2	12	20	0.879
DP	1	4	1	2	12	25	1.353
DP	1	4	1	2	12	30	1.375
DO	1	5	2	1	12	5	5.903
DO	1	5	2	1	12	10	1.505
DO	1	5	2	1	12	15	1.616
DO	1	5	2	1	12	20	1.795
DO	1	5	2	1	12	25	1.692
DO	1	5	2	1	12	30	1.761
DO	1	5	2	2	12	5	4.363
DO	1	5	2	2	12	10	1.455
DO	1	5	2	2	12	15	1.117
DO	1	5	2	2	12	20	1.239
DO	1	5	2	2	12	25	0.985
DO	1	5	2	2	12	30	0.822
DO	1	6	3	1	12	5	5.456
DO	1	6	3	1	12	10	2.061
DO	1	6	3	1	12	15	1.726
DO	1	6	3	1	12	20	1.441
DO	1	6	3	1	12	25	1.180
DO	1	6	3	1	12	30	1.430
DO	1	6	3	2	12	5	4.681
DO	1	6	3	2	12	10	1.522
DO	1	6	3	2	12	15	1.316



DO	1	6	3	2	12	20	1.480
DO	1	6	3	2	12	25	0.911
DO	1	6	3	1	12	30	1.035
DP	1	7	2	1	12	5	2.902
DP	1	7	2	1	12	10	1.412
DP	1	7	2	1	12	15	1.009
DP	1	7	2	1	12	20	1.170
DP	1	7	2	1	12	25	1.053
DP	1	7	2	1	12	30	1.101
DP	1	7	2	2	12	5	4.392
DP	1	7	2	2	12	10	4.364
DP	1	7	2	2	12	15	1.912
DP	1	7	2	2	12	20	1.578
DP	1	7	2	2	12	25	1.155
DP	1	7	2	2	12	30	1.414
DP	1	8	3	1	12	5	3.552
DP	1	8	3	1	12	10	1.946
DP	1	8	3	1	12	15	1.914
DP	1	8	3	1	12	20	1.268
DP	1	8	3	1	12	25	0.995
DP	1	8	3	1	12	30	0.750
DP	1	8	3	2	12	5	5.987
DP	1	8	3	2	12	10	1.861
DP	1	8	3	2	12	15	1.492
DP	1	8	3	2	12	20	1.444
DP	1	8	3	2	12	25	1.329
DP	1	8	3	2	12	30	0.881
ND	1	9	3	1	12	5	4.118
ND	1	9	3	1	12	10	2.961
ND	1	9	3	1	12	15	2.613
ND	1	9	3	1	12	20	1.603
ND	1	9	3	1	12	25	1.648
ND	1	9	3	1	12	30	1.585
ND	1	9	3	2	12	5	4.140
ND	1	9	3	2	12	10	2.601
ND	1	9	3	2	12	15	1.770
ND	1	9	3	2	12	20	1.818
ND	1	9	3	2	12	25	1.421
ND	1	9	3	2	12	30	0.874
DO	2	1	1	1	4	5	5.629
DO	2	1	1	1	4	10	2.522
DO	2	1	1	1	4	15	1.781
DO	2	1	1	1	4	20	1.468
DO	2	1	1	1	4	25	1.258
DO	2	1	1	1	4	30	1.918

DO	2	1	1	2	4	5	3.842
DO	2	1	1	2	4	10	1.920
DO	2	1	1	2	4	15	1.732
DO	2	1	1	2	4	20	1.311
DO	2	1	1	2	4	25	1.319
DO	2	1	1	2	4	30	1.422
DO	2	2	2	1	4	5	4.876
DO	2	2	2	1	4	10	1.966
DO	2	2	2	1	4	15	1.760
DO	2	2	2	1	4	20	1.548
DO	2	2	2	1	4	25	1.753
DO	2	2	2	1	4	30	1.479
DO	2	2	2	2	4	5	4.353
DO	2	2	2	2	4	10	2.284
DO	2	2	2	2	4	15	1.344
DO	2	2	2	2	4	20	1.371
DO	2	2	2	2	4	25	1.189
DO	2	2	2	2	4	30	1.348
DO	2	3	3	1	4	5	5.095
DO	2	3	3	1	4	10	1.951
DO	2	3	3	1	4	15	2.680
DO	2	3	3	1	4	20	2.018
DO	2	3	3	1	4	25	1.816
DO	2	3	3	1	4	30	1.684
DO	2	3	3	2	4	5	5.665
DO	2	3	3	2	4	10	1.901
DO	2	3	3	2	4	15	1.765
DO	2	3	3	2	4	20	1.537
DO	2	3	3	2	4	25	1.282
DO	2	3	3	2	4	30	1.328
DP	2	4	1	1	4	5	5.139
DP	2	4	1	1	4	10	2.155
DP	2	4	1	1	4	15	1.634
DP	2	4	1	1	4	20	1.246
DP	2	4	1	1	4	25	1.247
DP	2	4	1	1	4	30	1.172
DP	2	4	1	2	4	5	4.900
DP	2	4	1	2	4	10	2.752
DP	2	4	1	2	4	15	2.517
DP	2	4	1	2	4	20	2.009
DP	2	4	1	2	4	25	1.627
DP	2	4	1	2	4	30	1.417
ND	2	5	1	1	4	5	5.397
ND	2	5	1	1	4	10	2.381
ND	2	5	1	1	4	15	1.479

ND	2	5	1	1	4	20	1.523
ND	2	5	1	1	4	25	1.170
ND	2	5	1	1	4	30	1.444
ND	2	5	1	2	4	5	4.413
ND	2	5	1	2	4	10	2.248
ND	2	5	1	2	4	15	1.602
ND	2	5	1	2	4	20	1.768
ND	2	5	1	2	4	25	1.506
ND	2	5	1	2	4	30	1.488
ND	2	6	2	1	4	5	5.050
ND	2	6	2	1	4	10	2.134
ND	2	6	2	1	4	15	1.606
ND	2	6	2	1	4	20	1.262
ND	2	6	2	1	4	25	1.319
ND	2	6	2	1	4	30	1.454
ND	2	6	2	2	4	5	3.308
ND	2	6	2	2	4	10	2.246
ND	2	6	2	2	4	15	1.325
ND	2	6	2	2	4	20	1.417
ND	2	6	2	2	4	25	1.462
ND	2	6	2	2	4	30	1.174
DP	2	7	2	1	4	5	4.665
DP	2	7	2	1	4	10	2.738
DP	2	7	2	1	4	15	1.674
DP	2	7	2	1	4	20	1.592
DP	2	7	2	1	4	25	1.532
DP	2	7	2	1	4	30	1.880
DP	2	7	2	2	4	5	5.343
DP	2	7	2	2	4	10	2.060
DP	2	7	2	2	4	15	2.119
DP	2	7	2	2	4	20	1.373
DP	2	7	2	2	4	25	1.544
DP	2	7	2	2	4	30	1.209
DP	2	8	3	1	4	5	4.164
DP	2	8	3	1	4	10	2.200
DP	2	8	3	1	4	15	1.671
DP	2	8	3	1	4	20	1.346
DP	2	8	3	1	4	25	1.193
DP	2	8	3	1	4	30	1.140
DP	2	8	3	2	4	5	3.125
DP	2	8	3	2	4	10	1.603
DP	2	8	3	2	4	15	1.509
DP	2	8	3	2	4	20	1.368
DP	2	8	3	2	4	25	1.331
DP	2	8	3	2	4	30	1.032

ND	2	9	3	1	4	5	4.563
ND	2	9	3	1	4	10	2.604
ND	2	9	3	1	4	15	1.784
ND	2	9	3	1	4	20	1.814
ND	2	9	3	1	4	25	1.229
ND	2	9	3	1	4	30	1.105
ND	2	9	3	2	4	5	4.218
ND	2	9	3	2	4	10	1.593
ND	2	9	3	2	4	15	1.457
ND	2	9	3	2	4	20	1.539
ND	2	9	3	2	4	25	1.704
ND	2	9	3	2	4	30	1.402
ND	2	1	1	1	12	5	3.375
ND	2	1	1	1	12	10	1.589
ND	2	1	1	1	12	15	1.358
ND	2	1	1	1	12	20	1.396
ND	2	1	1	1	12	25	1.219
ND	2	1	1	1	12	30	1.313
ND	2	1	1	2	12	5	2.849
ND	2	1	1	2	12	10	1.933
ND	2	1	1	2	12	15	1.258
ND	2	1	1	2	12	20	1.108
ND	2	1	1	2	12	25	1.125
ND	2	1	1	2	12	30	1.143
ND	2	2	2	1	12	5	4.037
ND	2	2	2	1	12	10	1.597
ND	2	2	2	1	12	15	1.822
ND	2	2	2	1	12	20	1.047
ND	2	2	2	1	12	25	1.360
ND	2	2	2	1	12	30	1.052
ND	2	2	2	2	12	5	3.485
ND	2	2	2	2	12	10	1.898
ND	2	2	2	2	12	15	1.337
ND	2	2	2	2	12	20	1.368
ND	2	2	2	2	12	25	1.243
ND	2	2	2	2	12	30	1.035
DO	2	3	1	1	12	5	5.641
DO	2	3	1	1	12	10	4.051
DO	2	3	1	1	12	15	1.951
DO	2	3	1	1	12	20	1.437
DO	2	3	1	1	12	25	1.380
DO	2	3	1	1	12	30	1.421
DO	2	3	1	2	12	5	4.356
DO	2	3	1	2	12	10	2.673
DO	2	3	1	2	12	15	1.087

DO	2	3	1	2	12	20	1.009
DO	2	3	1	2	12	25	0.914
DO	2	3	1	2	12	30	0.735
DP	2	4	1	1	12	5	.
DP	2	4	1	1	12	10	.
DP	2	4	1	1	12	15	.
DP	2	4	1	1	12	20	.
DP	2	4	1	1	12	25	.
DP	2	4	1	1	12	30	.
DP	2	4	1	2	12	5	4.460
DP	2	4	1	2	12	10	2.139
DP	2	4	1	2	12	15	1.716
DP	2	4	1	2	12	20	1.370
DP	2	4	1	2	12	25	1.131
DP	2	4	1	2	12	30	1.007
DO	2	5	2	1	12	5	3.068
DO	2	5	2	1	12	10	1.764
DO	2	5	2	1	12	15	1.326
DO	2	5	2	1	12	20	0.988
DO	2	5	2	1	12	25	0.833
DO	2	5	2	1	12	30	1.296
DO	2	5	2	2	12	5	4.174
DO	2	5	2	2	12	10	2.083
DO	2	5	2	2	12	15	1.441
DO	2	5	2	2	12	20	1.129
DO	2	5	2	2	12	25	1.065
DO	2	5	2	2	12	30	1.256
DO	2	6	3	1	12	5	3.314
DO	2	6	3	1	12	10	1.868
DO	2	6	3	1	12	15	1.758
DO	2	6	3	1	12	20	1.310
DO	2	6	3	1	12	25	1.426
DO	2	6	3	1	12	30	1.507
DO	2	6	3	2	12	5	2.994
DO	2	6	3	2	12	10	1.428
DO	2	6	3	2	12	15	1.357
DO	2	6	3	2	12	20	1.149
DO	2	6	3	2	12	25	0.829
DO	2	6	3	2	12	30	1.213
DP	2	7	2	1	12	5	4.952
DP	2	7	2	1	12	10	1.904
DP	2	7	2	1	12	15	1.466
DP	2	7	2	1	12	20	1.317
DP	2	7	2	1	12	25	1.205
DP	2	7	2	1	12	30	1.200

DP	2	7	2	2	12	5	3.956
DP	2	7	2	2	12	10	2.048
DP	2	7	2	2	12	15	1.324
DP	2	7	2	2	12	20	1.256
DP	2	7	2	2	12	25	0.804
DP	2	7	2	2	12	30	0.984
DP	2	8	3	1	12	5	4.664
DP	2	8	3	1	12	10	2.752
DP	2	8	3	1	12	15	2.228
DP	2	8	3	1	12	20	1.739
DP	2	8	3	1	12	25	1.380
DP	2	8	3	1	12	30	1.697
DP	2	8	3	2	12	5	4.303
DP	2	8	3	2	12	10	2.193
DP	2	8	3	2	12	15	1.488
DP	2	8	3	2	12	20	1.279
DP	2	8	3	2	12	25	1.538
DP	2	8	3	2	12	30	1.292
ND	2	9	3	1	12	5	3.189
ND	2	9	3	1	12	10	1.582
ND	2	9	3	1	12	15	1.391
ND	2	9	3	1	12	20	1.364
ND	2	9	3	1	12	25	1.047
ND	2	9	3	1	12	30	1.023
ND	2	9	3	2	12	5	3.206
ND	2	9	3	2	12	10	1.537
ND	2	9	3	2	12	15	1.319
ND	2	9	3	2	12	20	1.265
ND	2	9	3	2	12	25	1.351
ND	2	9	3	2	12	30	1.256
DO	3	1	1	1	4	5	2.275
DO	3	1	1	1	4	10	2.388
DO	3	1	1	1	4	15	1.563
DO	3	1	1	1	4	20	1.725
DO	3	1	1	1	4	25	1.135
DO	3	1	1	1	4	30	1.052
DO	3	1	1	2	4	5	2.797
DO	3	1	1	2	4	10	2.443
DO	3	1	1	2	4	15	1.855
DO	3	1	1	2	4	20	1.580
DO	3	1	1	2	4	25	1.203
DO	3	1	1	2	4	30	0.900
DO	3	2	2	1	4	5	3.218
DO	3	2	2	1	4	10	1.980
DO	3	2	2	1	4	15	1.265

DO	3	2	2	1	4	20	1.129
DO	3	2	2	1	4	25	1.065
DO	3	2	2	1	4	30	1.003
DO	3	2	2	2	4	5	3.090
DO	3	2	2	2	4	10	2.215
DO	3	2	2	2	4	15	1.720
DO	3	2	2	2	4	20	1.143
DO	3	2	2	2	4	25	1.047
DO	3	2	2	2	4	30	
DO	3	3	3	1	4	5	4.131
DO	3	3	3	1	4	10	1.908
DO	3	3	3	1	4	15	1.640
DO	3	3	3	1	4	20	1.449
DO	3	3	3	1	4	25	1.182
DO	3	3	3	1	4	30	1.181
DO	3	3	3	2	4	5	2.762
DO	3	3	3	2	4	10	1.902
DO	3	3	3	2	4	15	1.337
DO	3	3	3	2	4	20	1.553
DO	3	3	3	2	4	25	1.441
DO	3	3	3	2	4	30	1.110
DP	3	4	1	1	4	5	2.411
DP	3	4	1	1	4	10	1.420
DP	3	4	1	1	4	15	1.243
DP	3	4	1	1	4	20	1.434
DP	3	4	1	1	4	25	1.093
DP	3	4	1	1	4	30	1.169
DP	3	4	1	2	4	5	3.245
DP	3	4	1	2	4	10	2.457
DP	3	4	1	2	4	15	1.834
DP	3	4	1	2	4	20	1.390
DP	3	4	1	2	4	25	1.430
DP	3	4	1	2	4	30	1.451
ND	3	5	1	1	4	5	3.249
ND	3	5	1	1	4	10	1.453
ND	3	5	1	1	4	15	1.716
ND	3	5	1	1	4	20	1.504
ND	3	5	1	1	4	25	1.470
ND	3	5	1	1	4	30	1.453
ND	3	5	1	2	4	5	3.361
ND	3	5	1	2	4	10	1.737
ND	3	5	1	2	4	15	1.553
ND	3	5	1	2	4	20	1.498
ND	3	5	1	2	4	25	1.623
ND	3	5	1	2	4	30	1.323

ND	3	6	2	1	4	5	3.921
ND	3	6	2	1	4	10	1.645
ND	3	6	2	1	4	15	1.284
ND	3	6	2	1	4	20	1.320
ND	3	6	2	1	4	25	1.155
ND	3	6	2	1	4	30	1.164
ND	3	6	2	2	4	5	.
ND	3	6	2	2	4	10	1.871
ND	3	6	2	2	4	15	.
ND	3	6	2	2	4	20	1.463
ND	3	6	2	2	4	25	1.418
ND	3	6	2	2	4	30	1.018
DP	3	7	2	1	4	5	3.081
DP	3	7	2	1	4	10	2.415
DP	3	7	2	1	4	15	1.773
DP	3	7	2	1	4	20	1.350
DP	3	7	2	1	4	25	1.406
DP	3	7	2	1	4	30	1.277
DP	3	7	2	2	4	5	2.956
DP	3	7	2	2	4	10	1.910
DP	3	7	2	2	4	15	1.690
DP	3	7	2	2	4	20	1.429
DP	3	7	2	2	4	25	1.200
DP	3	7	2	2	4	30	1.274
DP	3	8	3	1	4	5	3.665
DP	3	8	3	1	4	10	2.377
DP	3	8	3	1	4	15	2.063
DP	3	8	3	1	4	20	1.281
DP	3	8	3	1	4	25	1.180
DP	3	8	3	1	4	30	0.972
DP	3	8	3	2	4	5	3.129
DP	3	8	3	2	4	10	.
DP	3	8	3	2	4	15	.
DP	3	8	3	2	4	20	.
DP	3	8	3	2	4	25	.
DP	3	8	3	2	4	30	.
ND	3	9	3	1	4	5	2.514
ND	3	9	3	1	4	10	1.783
ND	3	9	3	1	4	15	1.752
ND	3	9	3	1	4	20	1.255
ND	3	9	3	1	4	25	1.262
ND	3	9	3	1	4	30	1.131
ND	3	9	3	2	4	5	2.297
ND	3	9	3	2	4	10	2.036
ND	3	9	3	2	4	15	1.539



ND	3	9	3	2	4	20	1.678
ND	3	9	3	2	4	25	1.351
ND	3	9	3	2	4	30	1.228
ND	3	1	1	1	12	5	4.013
ND	3	1	1	1	12	10	.
ND	3	1	1	1	12	15	.
ND	3	1	1	1	12	20	.
ND	3	1	1	1	12	25	.
ND	3	1	1	1	12	30	.
ND	3	1	1	2	12	5	5.390
ND	3	1	1	2	12	10	2.326
ND	3	1	1	2	12	15	1.755
ND	3	1	1	2	12	20	1.368
ND	3	1	1	2	12	25	1.610
ND	3	1	1	2	12	30	1.276
ND	3	2	2	1	12	5	3.825
ND	3	2	2	1	12	10	2.237
ND	3	2	2	1	12	15	.
ND	3	2	2	1	12	20	2.085
ND	3	2	2	1	12	25	1.150
ND	3	2	2	1	12	30	1.053
ND	3	2	2	2	12	5	2.478
ND	3	2	2	2	12	10	1.896
ND	3	2	2	2	12	15	1.279
ND	3	2	2	2	12	20	1.174
ND	3	2	2	2	12	25	1.402
ND	3	2	2	2	12	30	1.122
DO	3	3	1	1	12	5	2.870
DO	3	3	1	1	12	10	2.001
DO	3	3	1	1	12	15	1.707
DO	3	3	1	1	12	20	1.418
DO	3	3	1	1	12	25	1.431
DO	3	3	1	1	12	30	1.170
DO	3	3	1	2	12	5	2.352
DO	3	3	1	2	12	10	.
DO	3	3	1	2	12	15	.
DO	3	3	1	2	12	20	.
DO	3	3	1	2	12	25	.
DO	3	3	1	2	12	30	.
DP	3	4	1	1	12	5	2.620
DP	3	4	1	1	12	10	1.991
DP	3	4	1	1	12	15	1.540
DP	3	4	1	1	12	20	1.373
DP	3	4	1	1	12	25	1.224
DP	3	4	1	1	12	30	1.272

DP	3	4	1	2	12	5	3.185
DP	3	4	1	2	12	10	.
DP	3	4	1	2	12	15	.
DP	3	4	1	2	12	20	.
DP	3	4	1	2	12	25	.
DP	3	4	1	2	12	30	.
DO	3	5	2	1	12	5	2.986
DO	3	5	2	1	12	10	1.970
DO	3	5	2	1	12	15	1.324
DO	3	5	2	1	12	20	1.128
DO	3	5	2	1	12	25	1.056
DO	3	5	2	1	12	30	0.861
DO	3	5	2	2	12	5	3.585
DO	3	5	2	2	12	10	1.883
DO	3	5	2	2	12	15	1.748
DO	3	5	2	2	12	20	1.640
DO	3	5	2	2	12	25	1.378
DO	3	5	2	2	12	30	1.214
DO	3	6	3	1	12	5	2.846
DO	3	6	3	1	12	10	.
DO	3	6	3	1	12	15	.
DO	3	6	3	1	12	20	.
DO	3	6	3	1	12	25	.
DO	3	6	3	1	12	30	.
DO	3	6	3	2	12	5	3.634
DO	3	6	3	2	12	10	1.642
DO	3	6	3	2	12	15	1.351
DO	3	6	3	2	12	20	1.023
DO	3	6	3	2	12	25	0.948
DO	3	6	3	2	12	30	0.904
DP	3	7	2	1	12	5	3.843
DP	3	7	2	1	12	10	2.154
DP	3	7	2	1	12	15	1.762
DP	3	7	2	1	12	20	1.576
DP	3	7	2	1	12	25	1.053
DP	3	7	2	1	12	30	1.182
DP	3	7	2	2	12	5	3.954
DP	3	7	2	2	12	10	2.792
DP	3	7	2	2	12	15	2.022
DP	3	7	2	2	12	20	1.556
DP	3	7	2	2	12	25	1.301
DP	3	7	2	2	12	30	1.151
DP	3	8	3	1	12	5	2.910
DP	3	8	3	1	12	10	2.042
DP	3	8	3	1	12	15	1.608

DP	3	8	3	1	12	20	1.342
DP	3	8	3	1	12	25	1.166
DP	3	8	3	1	12	30	1.172
DP	3	8	3	2	12	5	3.494
DP	3	8	3	2	12	10	2.351
DP	3	8	3	2	12	15	1.663
DP	3	8	3	2	12	20	1.097
DP	3	8	3	2	12	25	0.839
DP	3	8	3	2	12	30	0.941
ND	3	9	3	1	12	5	2.361
ND	3	9	3	1	12	10	1.649
ND	3	9	3	1	12	15	1.313
ND	3	9	3	1	12	20	1.203
ND	3	9	3	1	12	25	1.038
ND	3	9	3	1	12	30	0.966
ND	3	9	3	2	12	5	2.922
ND	3	9	3	2	12	10	1.581
ND	3	9	3	2	12	15	1.462
ND	3	9	3	2	12	20	1.093
ND	3	9	3	2	12	25	1.061
ND	3	9	3	2	12	30	1.151
DO	4	1	1	1	4	5	3.068
DO	4	1	1	1	4	10	1.801
DO	4	1	1	1	4	15	1.444
DO	4	1	1	1	4	20	1.180
DO	4	1	1	1	4	25	1.145
DO	4	1	1	1	4	30	0.881
DO	4	1	1	2	4	5	2.527
DO	4	1	1	2	4	10	1.997
DO	4	1	1	2	4	15	1.416
DO	4	1	1	2	4	20	1.052
DO	4	1	1	2	4	25	1.301
DO	4	1	1	2	4	30	1.416
DO	4	2	2	1	4	5	2.706
DO	4	2	2	1	4	10	1.563
DO	4	2	2	1	4	15	1.674
DO	4	2	2	1	4	20	1.841
DO	4	2	2	1	4	25	1.201
DO	4	2	2	1	4	30	0.963
DO	4	2	2	2	4	5	2.945
DO	4	2	2	2	4	10	1.781
DO	4	2	2	2	4	15	1.285
DO	4	2	2	2	4	20	1.352
DO	4	2	2	2	4	25	1.140
DO	4	2	2	2	4	30	1.455

DO	4	3	3	1	4	5	2.538
DO	4	3	3	1	4	10	1.750
DO	4	3	3	1	4	15	1.738
DO	4	3	3	1	4	20	1.296
DO	4	3	3	1	4	25	1.059
DO	4	3	3	1	4	30	0.826
DO	4	3	3	2	4	5	4.005
DO	4	3	3	2	4	10	1.790
DO	4	3	3	2	4	15	1.573
DO	4	3	3	2	4	20	1.423
DO	4	3	3	2	4	25	1.276
DO	4	3	3	2	4	30	1.246
DP	4	4	1	1	4	5	3.845
DP	4	4	1	1	4	10	2.509
DP	4	4	1	1	4	15	2.163
DP	4	4	1	1	4	20	1.567
DP	4	4	1	1	4	25	1.589
DP	4	4	1	1	4	30	1.444
DP	4	4	1	2	4	5	3.589
DP	4	4	1	2	4	10	2.060
DP	4	4	1	2	4	15	1.620
DP	4	4	1	2	4	20	1.114
DP	4	4	1	2	4	25	1.043
DP	4	4	1	2	4	30	1.055
ND	4	5	1	1	4	5	2.629
ND	4	5	1	1	4	10	2.246
ND	4	5	1	1	4	15	1.322
ND	4	5	1	1	4	20	1.412
ND	4	5	1	1	4	25	1.160
ND	4	5	1	1	4	30	1.223
ND	4	5	1	2	4	5	3.059
ND	4	5	1	2	4	10	1.875
ND	4	5	1	2	4	15	1.632
ND	4	5	1	2	4	20	1.618
ND	4	5	1	2	4	25	1.143
ND	4	5	1	2	4	30	1.464
ND	4	6	2	1	4	5	3.092
ND	4	6	2	1	4	10	2.257
ND	4	6	2	1	4	15	1.604
ND	4	6	2	1	4	20	1.288
ND	4	6	2	1	4	25	1.318
ND	4	6	2	1	4	30	1.071
ND	4	6	2	2	4	5	3.348
ND	4	6	2	2	4	10	1.707
ND	4	6	2	2	4	15	1.524

ND	4	6	2	2	4	20	1.173
ND	4	6	2	2	4	25	1.209
ND	4	6	2	2	4	30	0.971
DP	4	7	2	1	4	5	3.346
DP	4	7	2	1	4	10	2.110
DP	4	7	2	1	4	15	1.395
DP	4	7	2	1	4	20	1.207
DP	4	7	2	1	4	25	1.350
DP	4	7	2	1	4	30	1.190
DP	4	7	2	2	4	5	3.694
DP	4	7	2	2	4	10	1.605
DP	4	7	2	2	4	15	1.342
DP	4	7	2	2	4	20	1.193
DP	4	7	2	2	4	25	0.966
DP	4	7	2	2	4	30	0.748
DP	4	8	3	1	4	5	3.079
DP	4	8	3	1	4	10	1.694
DP	4	8	3	1	4	15	1.250
DP	4	8	3	1	4	20	1.180
DP	4	8	3	1	4	25	1.203
DP	4	8	3	1	4	30	0.888
DP	4	8	3	2	4	5	3.140
DP	4	8	3	2	4	10	2.254
DP	4	8	3	2	4	15	1.464
DP	4	8	3	2	4	20	1.278
DP	4	8	3	2	4	25	1.398
DP	4	8	3	2	4	30	1.110
ND	4	9	3	1	4	5	2.633
ND	4	9	3	1	4	10	1.416
ND	4	9	3	1	4	15	1.207
ND	4	9	3	1	4	20	0.954
ND	4	9	3	1	4	25	1.040
ND	4	9	3	1	4	30	0.737
ND	4	9	3	2	4	5	2.990
ND	4	9	3	2	4	10	1.932
ND	4	9	3	2	4	15	1.527
ND	4	9	3	2	4	20	1.222
ND	4	9	3	2	4	25	1.349
ND	4	9	3	2	4	30	1.150
ND	4	1	1	1	12	5	2.549
ND	4	1	1	1	12	10	1.466
ND	4	1	1	1	12	15	1.121
ND	4	1	1	1	12	20	1.113
ND	4	1	1	1	12	25	1.063
ND	4	1	1	1	12	30	0.773

ND	4	1	1	2	12	5	2.641
ND	4	1	1	2	12	10	2.391
ND	4	1	1	2	12	15	1.320
ND	4	1	1	2	12	20	1.389
ND	4	1	1	2	12	25	1.285
ND	4	1	1	2	12	30	1.145
ND	4	2	2	1	12	5	3.601
ND	4	2	2	1	12	10	2.099
ND	4	2	2	1	12	15	1.449
ND	4	2	2	1	12	20	1.467
ND	4	2	2	1	12	25	1.056
ND	4	2	2	1	12	30	0.844
ND	4	2	2	2	12	5	2.787
ND	4	2	2	2	12	10	1.617
ND	4	2	2	2	12	15	1.510
ND	4	2	2	2	12	20	1.170
ND	4	2	2	2	12	25	0.916
ND	4	2	2	2	12	30	0.793
DO	4	3	1	1	12	5	3.398
DO	4	3	1	1	12	10	1.759
DO	4	3	1	1	12	15	1.165
DO	4	3	1	1	12	20	1.370
DO	4	3	1	1	12	25	0.816
DO	4	3	1	1	12	30	0.791
DO	4	3	1	2	12	5	2.653
DO	4	3	1	2	12	10	.
DO	4	3	1	2	12	15	.
DO	4	3	1	2	12	20	.
DO	4	3	1	2	12	25	.
DO	4	3	1	2	12	30	.
DP	4	4	1	1	12	5	3.154
DP	4	4	1	1	12	10	1.738
DP	4	4	1	1	12	15	1.454
DP	4	4	1	1	12	20	1.433
DP	4	4	1	1	12	25	1.072
DP	4	4	1	1	12	30	1.345
DP	4	4	1	2	12	5	2.452
DP	4	4	1	2	12	10	2.078
DP	4	4	1	2	12	15	1.509
DP	4	4	1	2	12	20	1.432
DP	4	4	1	2	12	25	1.328
DP	4	4	1	2	12	30	1.206
DO	4	5	2	1	12	5	3.636
DO	4	5	2	1	12	10	2.026
DO	4	5	2	1	12	15	1.471

DO	4	5	2	1	12	20	1.573
DO	4	5	2	1	12	25	1.374
DO	4	5	2	1	12	30	1.134
DO	4	5	2	2	12	5	3.455
DO	4	5	2	2	12	10	2.006
DO	4	5	2	2	12	15	1.378
DO	4	5	2	2	12	20	1.215
DO	4	5	2	2	12	25	1.342
DO	4	5	2	2	12	30	1.001
DO	4	6	3	1	12	5	2.758
DO	4	6	3	1	12	10	1.667
DO	4	6	3	1	12	15	1.095
DO	4	6	3	1	12	20	1.015
DO	4	6	3	1	12	25	0.968
DO	4	6	3	1	12	30	0.756
DO	4	6	3	2	12	5	3.422
DO	4	6	3	2	12	10	2.051
DO	4	6	3	2	12	15	1.643
DO	4	6	3	2	12	20	1.323
DO	4	6	3	2	12	25	1.153
DO	4	6	3	2	12	30	1.030
DP	4	7	2	1	12	5	4.006
DP	4	7	2	1	12	10	1.803
DP	4	7	2	1	12	15	1.134
DP	4	7	2	1	12	20	1.185
DP	4	7	2	1	12	25	0.906
DP	4	7	2	1	12	30	0.907
DP	4	7	2	2	12	5	3.536
DP	4	7	2	2	12	10	2.005
DP	4	7	2	2	12	15	1.685
DP	4	7	2	2	12	20	1.631
DP	4	7	2	2	12	25	1.549
DP	4	7	2	2	12	30	1.110
DP	4	8	3	1	12	5	3.312
DP	4	8	3	1	12	10	1.081
DP	4	8	3	1	12	15	1.228
DP	4	8	3	1	12	20	1.202
DP	4	8	3	1	12	25	1.093
DP	4	8	3	1	12	30	0.919
DP	4	8	3	2	12	5	2.692
DP	4	8	3	2	12	10	1.537
DP	4	8	3	2	12	15	1.283
DP	4	8	3	2	12	20	1.372
DP	4	8	3	2	12	25	1.029
DP	4	8	3	2	12	30	0.837

ND	4	9	3	1	12	5	2.321
ND	4	9	3	1	12	10	1.581
ND	4	9	3	1	12	15	1.224
ND	4	9	3	1	12	20	1.113
ND	4	9	3	1	12	25	0.984
ND	4	9	3	1	12	30	0.668
ND	4	9	3	2	12	5	2.597
ND	4	9	3	2	12	10	1.915
ND	4	9	3	2	12	15	1.358
ND	4	9	3	2	12	20	1.192
ND	4	9	3	2	12	25	1.174
ND	4	9	3	2	12	30	1.021

Potreiro	Período	Oferta	Repetição	Trat	Braiz	Briz	R: A/S
1	1	4	1	DO	9.33	1.55	0.04
2	1	4	2	DO	16.28	2.23	0.02
3	1	4	3	DO	12.62	1.20	0.03
4	1	4	1	DP	16.78	3.37	0.04
5	1	4	1	ND	12.92	1.48	0.03
6	1	4	2	ND	13.48	3.25	0.03
7	1	4	2	DP	4.31	3.38	0.22
8	1	4	3	DP	8.94	2.13	0.12
9	1	4	3	ND	11.61	2.10	0.04
10	2	4	1	DO	12.03	3.43	0.18
11	2	4	2	DO	11.06	3.71	0.18
12	2	4	3	DO	14.60	3.63	0.13
13	2	4	1	DP	13.50	5.73	0.22
14	2	4	1	ND	12.33	5.30	0.15
15	2	4	2	ND	9.76	4.09	0.16
16	2	4	2	DP	13.29	8.68	0.20
17	2	4	3	DP	7.77	4.64	0.14
18	2	4	3	ND	10.58	3.36	0.20
19	3	4	1	DO	6.47	4.27	0.07
20	3	4	2	DO	6.22	3.66	0.06
21	3	4	3	DO	7.49	3.19	0.05
22	3	4	1	DP	6.37	3.80	0.04
23	3	4	1	ND	7.24	3.06	0.04



24	3	4	2 ND	5.23	2.77	0.05
25	3	4	2 DP	7.04	4.57	0.04
26	3	4	3 DP	5.91	4.20	0.06
27	3	4	3 ND	5.56	3.02	0.05
28	4	4	1 DO	5.63	1.98	0.31
29	4	4	2 DO	5.90	3.42	0.17
30	4	4	3 DO	6.83	2.26	0.11
31	4	4	1 DP	8.92	4.07	0.34
32	4	4	1 ND	6.39	3.57	0.25
33	4	4	2 ND	6.68	5.09	0.26
34	4	4	2 DP	6.88	3.46	0.17
35	4	4	3 DP	6.28	2.01	0.10
36	4	4	3 ND	5.18	4.45	0.26
37	1	12	1 ND	13.22	1.09	0.03
38	1	12	2 ND	8.08	1.17	0.03
39	1	12	1 DO	11.93	1.64	0.02
40	1	12	1 DP	10.56	0.33	0.19
41	1	12	2 DO	11.86	1.27	0.02
42	1	12	3 DO	11.55	1.78	0.03
43	1	12	2 DP	10.02	0.84	0.14
44	1	12	3 DP	11.04	0.72	0.19
45	1	12	3 ND	11.69	1.30	0.04
46	2	12	1 ND	6.07	2.40	0.17
47	2	12	2 ND	7.68	2.73	0.15
48	2	12	1 DO	13.96	3.94	0.23
49	2	12	1 DP	5.03	4.57	0.50
50	2	12	2 DO	7.24	3.94	0.26
51	2	12	3 DO	6.35	2.49	0.24
52	2	12	2 DP	9.50	2.78	0.19
53	2	12	3 DP	11.67	1.32	0.22
54	2	12	3 ND	6.05	1.80	0.31
55	3	12	1 ND	9.51	2.79	0.17
56	3	12	2 ND	6.75	3.74	0.14
57	3	12	1 DO	4.16	4.22	0.09
58	3	12	1 DP	4.51	3.48	0.10
59	3	12	2 DO	6.88	4.23	0.09
60	3	12	3 DO	4.55	2.49	0.07
61	3	12	2 DP	9.62	4.57	0.16
62	3	12	3 DP	6.85	2.56	0.14
63	3	12	3 ND	4.82	1.48	0.15
64	4	12	1 ND	5.12	0.71	0.57
65	4	12	2 ND	6.20	2.78	0.20
66	4	12	1 DO	4.17	2.26	0.38
67	4	12	1 DP	6.04	2.56	0.50
68	4	12	2 DO	7.52	2.39	0.32

69	4	12	3	DO	5.87	4.22	0.26
70	4	12	2	DP	7.84	0.68	0.19
71	4	12	3	DP	5.10	1.29	0.20
72	4	12	3	ND	4.48	1.78	0.52

Pot	Per.	Ano	OF	Rep	Trat	Baérea	Braiz	Btra	Briz	Bsubt
1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	DO	478.20	9.33	0.20	1.55	10.88
	5.85	0.03	0.16							
2.00	1.00	1.00	4.00	2.00	DO	389.40	16.28	0.25	2.23	18.52
	7.63	0.02	0.11							
3.00	1.00	1.00	4.00	3.00	DO	504.60	12.62	0.23	1.20	13.82
	6.59	0.03	0.15							
4.00	1.00	1.00	4.00	1.00	DP	911.40	16.78	0.26	3.37	20.15
	7.96	0.04	0.17							
5.00	1.00	1.00	4.00	1.00	ND	493.20	12.92	0.23	1.48	14.39
	6.72	0.03	0.15							
6.00	1.00	1.00	4.00	2.00	ND	492.40	13.48	0.24	3.25	16.73
	7.25	0.02	0.13							
7.00	1.00	1.00	4.00	2.00	DP	1218.80	8.62	0.20	3.38	12.00
	6.14	0.08	0.25							
8.00	1.00	1.00	4.00	3.00	DP	1334.00	8.94	0.20	2.13	11.08
	5.90	0.09	0.27							
9.00	1.00	1.00	4.00	3.00	ND	603.60	11.61	0.22	2.10	13.71



26.00	3.00	2.00	4.00	3.00	DP	1448.40	5.91	0.16	4.20	10.10
	5.63	0.11	0.18							
27.00	3.00	2.00	4.00	3.00	ND	154.80	5.56	0.16	3.02	8.58
	5.19	0.02	0.17							
28.00	4.00	2.00	4.00	1.00	DO	1218.00	5.63	0.16	1.98	7.62
	4.89	0.13	0.42							
29.00	4.00	2.00	4.00	2.00	DO	1041.60	5.90	0.16	3.42	9.32
	5.41	0.09	0.31							
30.00	4.00	2.00	4.00	3.00	DO	823.40	6.83	0.17	2.26	9.09
	5.34	0.07	0.26							
31.00	4.00	2.00	4.00	1.00	DP	1123.00	8.92	0.20	4.07	12.99
	6.39	0.07	0.30							
32.00	4.00	2.00	4.00	1.00	ND	738.60	6.39	0.17	3.57	9.96
	5.59	0.06	0.36							
33.00	4.00	2.00	4.00	2.00	ND	593.20	6.68	0.17	5.09	11.77
	6.08	0.04	0.39							
34.00	4.00	2.00	4.00	2.00	DP	1418.00	6.88	0.18	3.46	10.34
	5.70	0.11	0.32							
35.00	4.00	2.00	4.00	3.00	DP	1128.00	6.28	0.17	2.01	8.29
	5.10	0.11	0.26							
36.00	4.00	2.00	4.00	3.00	ND	988.80	5.18	0.15	4.45	9.64
	5.50	0.08	0.40							
37.00	1.00	1.00	12.00	1.00	ND	3104.40	13.22	0.23	1.09	14.31
	6.70	0.17	0.12							
38.00	1.00	1.00	12.00	2.00	ND	1856.40	8.08	0.19	1.17	9.25
	5.39	0.16	0.11							
39.00	1.00	1.00	12.00	1.00	DO	2050.40	11.93	0.23	1.64	13.58
	6.53	0.12	0.10							
40.00	1.00	1.00	12.00	1.00	DP	2927.00	10.56	0.21	0.33	10.89
	5.85	0.21	0.30							
41.00	1.00	1.00	12.00	2.00	DO	2330.20	11.86	0.23	1.27	13.12
	6.42	0.14	0.09							
42.00	1.00	1.00	12.00	3.00	DO	2415.40	11.55	0.22	1.78	13.32

	6.47	0.14	0.12							
43.00	1.00	1.00	12.00	2.00	DP	2489.40	10.02	0.21	0.84	10.86
	5.84	0.18	0.26							
44.00	1.00	1.00	12.00	3.00	DP	1915.80	11.04	0.22	0.72	11.76
	6.08	0.13	0.30							
45.00	1.00	1.00	12.00	3.00	ND	2964.20	11.69	0.22	1.30	12.99
	6.39	0.18	0.12							
46.00	2.00	1.00	12.00	1.00	ND	2369.80	6.07	0.16	2.40	8.47
	5.16	0.22	0.32							
47.00	2.00	1.00	12.00	2.00	ND	1657.00	7.68	0.19	2.73	10.41
	5.72	0.12	0.28							
48.00	2.00	1.00	12.00	1.00	DO	2029.60	13.96	0.24	3.94	17.90
	7.50	0.09	0.30							
49.00	2.00	1.00	12.00	1.00	DP	2178.80	10.05	0.21	4.57	14.62
	6.78	0.12	0.47							
50.00	2.00	1.00	12.00	2.00	DO	2316.20	7.24	0.18	3.94	11.18
	5.93	0.16	0.36							
51.00	2.00	1.00	12.00	3.00	DO	2129.20	6.35	0.17	2.49	8.84
	5.27	0.19	0.35							
52.00	2.00	1.00	12.00	2.00	DP	2034.80	9.50	0.20	2.78	12.28
	6.21	0.13	0.32							
53.00	2.00	1.00	12.00	3.00	DP	1426.00	11.67	0.22	1.32	12.99
	6.39	0.09	0.35							
54.00	2.00	1.00	12.00	3.00	ND	2010.80	6.05	0.16	1.80	7.85
	4.97	0.20	0.43							
55.00	3.00	2.00	12.00	1.00	ND	2042.60	9.51	0.20	2.79	12.29
	6.21	0.13	0.31							
56.00	3.00	2.00	12.00	2.00	ND	1295.40	6.75	0.17	3.74	10.49
	5.74	0.10	0.26							
57.00	3.00	2.00	12.00	1.00	DO	1243.40	4.16	0.13	4.22	8.38
	5.13	0.12	0.24							
58.00	3.00	2.00	12.00	1.00	DP	2876.60	4.51	0.14	3.48	7.99
	5.01	0.28	0.23							

59.00	3.00	2.00	12.00	2.00	DO	2271.80	6.88	0.18	4.23	11.10
	5.91	0.16	0.21							
60.00	3.00	2.00	12.00	3.00	DO	1389.40	4.55	0.14	2.49	7.04
	4.70	0.15	0.18							
61.00	3.00	2.00	12.00	2.00	DP	2339.00	9.62	0.21	4.57	14.19
	6.68	0.13	0.29							
62.00	3.00	2.00	12.00	3.00	DP	1899.40	6.85	0.18	2.56	9.41
	5.44	0.16	0.29							
63.00	3.00	2.00	12.00	3.00	ND	1931.60	4.82	0.14	1.48	6.31
	4.45	0.24	0.25							
64.00	4.00	2.00	12.00	1.00	ND	3728.20	5.12	0.15	0.71	5.83
	4.28	0.50	0.63							
65.00	4.00	2.00	12.00	2.00	ND	1610.00	6.20	0.17	2.78	8.98
	5.31	0.14	0.33							
66.00	4.00	2.00	12.00	1.00	DO	2037.60	4.17	0.13	2.26	6.43
	4.49	0.25	0.44							
67.00	4.00	2.00	12.00	1.00	DP	3877.40	6.04	0.16	2.56	8.61
	5.20	0.35	0.53							
68.00	4.00	2.00	12.00	2.00	DO	3045.20	7.52	0.18	2.39	9.92
	5.58	0.24	0.44							
69.00	4.00	2.00	12.00	3.00	DO	1956.60	5.87	0.16	4.22	10.09
	5.63	0.15	0.35							
70.00	4.00	2.00	12.00	2.00	DP	1876.60	7.84	0.19	0.68	8.52
	5.17	0.17	0.37							
71.00	4.00	2.00	12.00	3.00	DP	1314.40	5.10	0.15	1.29	6.39
	4.48	0.16	0.36							
72.00	4.00	2.00	12.00	3.00	ND	2982.80	4.48	0.14	1.78	6.25
	4.43	0.37	0.54							

## VITA

Pablo Fagundes Ataíde, filho de Assir Batory Ataíde e Glaci Fagundes Ataíde, nascido em 06 de agosto de 1977, em Encruzilhada do Sul-RS. Estudou na Escola Estadual de Borges de Medeiros até a quarta série do 1º Grau, na Escola Estadual Carlos Correia da Silveira onde concluiu o primeiro grau (ensino fundamental) em 1991 e na Escola José de Alencar onde concluiu o segundo grau (ensino médio) em 1994, todas situadas em Encruzilhada do Sul-RS. Em 1994 trabalhou nas Industrias Tramontina-Forjasul e em 1996 mudou-se para Santa Cruz do Sul-RS, onde por um período de 8 anos, trabalhou na Prefeitura Municipal, na rede de postos de combustíveis Nevoeiro e nas industrias Philip Morris Brasil S/A. Em 2002, ingressou no curso de Medicina Veterinária na Universidade Federal de Pelotas. Em 2003 ingressou no grupo de pesquisa NUPEEC, onde foi bolsista voluntário até 2007 sob orientação do Professor Marcio Nunes Corrêa. Ainda na UFPel, foi monitor da disciplina de Sociologia Rural por dois semestres letivos em 2005 e estagiário voluntário do laboratório de Micologia e Doenças Infeciosas sob orientação do Professor Luiz Felipe Damé Schuch. Em 2006, realizou estágio voluntário no Departamento de Plantas Forrageiras da UFRGS, sob orientação do Professor Carlos Nabinger. Formou-se em Medicina Veterinária em março de 2008. Em abril de 2008 ingressou como representante comercial nas empresas VACCINAR Industria e Comércio Ltda e em maio de 2009 foi contratado como Promotor de Vendas na TORTUGA Companhia Zootécnica Agrária, onde atua como representante comercial até os dias atuais. Paralela a esta atividade, presta serviço de Assistência em pecuária nas áreas de reprodução e nutrição de bovinos de corte em algumas propriedades da região da Serra do Sudeste e Depressão Central (Vale do Rio Pardo). Em 2011 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul sob orientação do Professor Dr. Carlos Nabinger. Foi submetido à banca de avaliação de defesa da Dissertação em fevereiro de 2015.