

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

Gabriela da Cunha Souza

**DETERMINANTES DA DIVERSIDADE VEGETAL EM
BUTIAZAL NA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE
DO SUL**

Porto Alegre

2020

Gabriela da Cunha Souza

**DETERMINANTES DA DIVERSIDADE VEGETAL EM
BUTIAZAL NA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE
DO SUL**

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do título de Mestre em Botânica na
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. João André Jarenkow

Coorientador: Prof. Dr. Juliano Morales de
Oliveira

Porto Alegre

2020

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a Deus por ter colocado no meu caminho todas as oportunidades que me levaram ao que sou hoje e me dado a possibilidade de cultivar as melhores experiências possíveis.

Ao meu pai, Ailton, por me apoiar e sempre acreditar no meu potencial ao ter escolhido a profissão que me completa.

Ao meu companheiro, Mateus Raguse, por estar ao meu lado e ter paciência nas atividades de campo e triagem, por me ajudar nos momentos difíceis, por me incentivar quando pensei em desistir, e por me amar.

Agradeço, ao meu orientador, Prof. Dr. João André Jarenkow que se dispôs a me orientar e acreditar no meu trabalho, mesmo sem me conhecer inicialmente e em uma área diferente. Obrigada pela paciência, correções e todos os conselhos que me fizeram crescer como profissional.

Agradeço ao Prof. Dr. Juliano Morales de Oliveira por ter me dado a oportunidade de participar de um grande projeto, me orientando e por estar junto nos momentos que precisei.

Ao Projeto Nexus II: Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis para a Garantia da Segurança Hídrica, Energética e Alimentar nos Biomas Pampa, Pantanal e Mata Atlântica pelo auxílio financeiro para a realização desse trabalho e por me possibilitar trabalhar com grandes profissionais e conhecer pessoas incríveis que fazem a diferença.

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da UFRGS, pelo acolhimento institucional.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de Mestrado concedida.

E por fim, à família Barros, por autorizarem o desenvolvimento da pesquisa em sua propriedade e por darem todo o apoio e incentivo, além de acreditarem que estamos fazendo o melhor para a proteção do nosso patrimônio natural, o Butiazal.

Resumo

Ecossistemas campestres interagem positivamente com distúrbios, podendo culminar com o aumento da diversidade e garantir a heterogeneidade ambiental. Em áreas do bioma Pampa, no sul do Brasil, encontra-se um ecossistema dominado por palmeiras do gênero *Butia*, formando os butiazais. Estas áreas estão em risco de extinção devido à conversão para a agricultura, sendo tradicionalmente usadas como pastagens para a criação de gado. O desenvolvimento de um manejo sustentável se constitui em alternativa para a sua manutenção, levando-se em conta a carga animal e as condições de microhabitats encontradas entre aglomerados da palmeira, que se apresentam com densidades distintas. Nesse contexto, o objetivo do estudo foi avaliar como as características do ecossistema butiazal e o manejo pecuário se relacionam com a comunidade vegetal, para garantir a manutenção de suas comunidades. O estudo foi realizado em um remanescente de butiazal de *Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick com 650 ha, na Planície Costeira do Rio Grande do Sul (Brasil), onde se desenvolve a pecuária de corte. No local, foram realizados levantamentos de composição e cobertura da vegetação em três áreas com distintas densidades de palmeiras adultas, além da amostragem da carga fecal para estimar o uso pelo gado, análise granulométrica e de nutrientes do solo e abertura de dossel. As espécies amostradas foram analisadas de acordo com a composição de formas de crescimento, riqueza de espécies nativas e pela qualidade forrageira por meio da Análise de Caminhos, afim de testar os modelos causais que englobam todas as relações lógicas possíveis entre a vegetação e as variáveis amostradas. Verificamos que o uso pelo gado influencia diretamente a estrutura da vegetação e, por meio de características do solo, também a riqueza de nativas e a cobertura de forrageiras. Já a densidade de palmeiras influencia de forma direta a cobertura de espécies impalatáveis e de forma indireta, pela abertura do dossel, a estrutura, a riqueza de nativas e a cobertura de impalatáveis. Estes resultados podem embasar uma continuidade nos esforços para a adequação da carga animal em escala espacial, considerando as diferentes densidades de butiazeiros, e em escala temporal através do manejo conservativo da carga animal, garantindo a manutenção dos aspectos econômicos e ecológicos.

Palavras-chave: ecossistema campestre, distúrbios, atividade sustentável, análise de caminhos, manutenção de serviços ecossistêmicos, geração de renda.

Abstract

Grasslands ecosystems interact positively with disturbances, which can culminate in an increase in diversity and guarantee environmental heterogeneity. In areas of the Pampa biome, in southern Brazil, there is an ecosystem dominated by palm trees of the genus *Butia*, known as butiazais. These areas are at risk of extinction due to conversion to agriculture, being that traditionally been used for livestock. The development of sustainable management is an alternative for its maintenance, taking into account the animal load and microhabitat conditions found among palm clusters, which present different densities. In this context, the objective of the study was to evaluate how the characteristics of the butiazal ecosystem and livestock management relate to the plant community, to ensure the maintenance of their communities. The study was carried out on a butiazal remnant of *Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick with 650 ha, in the Coastal Plain of Rio Grande do Sul (Brazil), where beef cattle is developed. On site, surveys were made of composition and vegetation cover in three areas with different densities of adult palms, in addition to sampling the fecal load to estimate livestock use, granulometric and nutrient analysis of the soil and canopy opening. The sampled species were analyzed according to the composition of growth forms, richness of native species and forage quality through Path Analysis, in order to test the causal models that encompass all possible logical relationships between the vegetation and the sampled variables. We found that cattle use directly influences the vegetation structure and, through soil characteristics, also the richness of native species and the coverage of forages. The palm trees density directly influences the unpalatable cover and indirectly, through the tree layer opening, the structure, the native species richness and the cover of unpalatable species. These results can support the continuity in efforts to adapt the animal load on a spatial scale, considering the different densities of palm trees, and on a temporal scale through the conservative and rotative management of the animal load, guaranteeing the maintenance of economic and ecological aspects.

Keywords: grassland ecosystems, disturbances, sustainable activity, path analysis, maintenance of ecosystem services, income generation.

Sumário

Resumo	4
Abstract.....	5
Sumário.....	6
Introdução Geral	8
Justificativa.....	12
Objetivos.....	13
Objetivos específicos.....	13
Referências	14
Capítulo 1: Determinants of plant diversity in <i>Butia</i> palm grove in Southern Brazil: implications for conservation	19
Abstract	20
Introduction	21
Materials and Methods	23
<i>Study region</i>	23
<i>Sampling design</i>	23
<i>Vegetation survey</i>	24
<i>Environmental predictors</i>	24
<i>Data analysis</i>	25
Results	27
<i>Ecological gradients</i>	27
<i>Causal models</i>	29
Discussion	33
<i>Ecological drivers of vegetation diversity in <i>Butia</i> palm grove</i>	33
<i>Implications for conservation</i>	35
Conclusion	37
References	37
Supporting information	44
Considerações finais	50

Introdução Geral

As formações campestres ocorrem em todos os continentes e ocupam cerca de 26% da superfície da Terra (RAMANKUTTY et al., 2008). Essas formações possuem um longo histórico de uso antrópico, que acarretou modificações em suas coberturas devido à perda de habitat para a agricultura e por superexploração (MAXWELL et al., 2016). Projeções indicam que apenas 7,6% da área original se encontra protegida; portanto, a IUCN, junto à Comissão Mundial de Áreas Protegidas, estão buscando conscientizar o público e organizar políticas para proteger as pastagens naturais (IUCN-WCPA, 2000).

A grande dificuldade para manterem-se áreas campestres protegidas, está no aumento da população mundial, prevista para atingir 9,7 bilhões até 2050 (ONU, 2019). Com o aumento populacional e o desenvolvimento de tecnologias, prevê-se uma maior demanda por alimentos, principalmente os processados e preparados com alto teor de proteína animal e lácteos, aumentando a por aqueles produzidos em campos (OCDE/FAO, 2015). Esse aumento levará a uma degradação desses ecossistemas, e ao ser relacionado com questões políticas e sociais, que não consideram a necessidade de conservação ambiental, encaminha-os à extinção (O'MARA, 2012).

De acordo com Ramankutty et al. (2008), 20% das pastagens nativas foram convertidas em cultivos no mundo, pelo fato de serem áreas propícias para a agricultura. A atual expansão urbana sobre essas áreas tem deslocado a fronteira agrícola para as áreas marginais e de baixa qualidade (BURINGH & DUBAL, 1987; RAMANKUTTY et al., 2002; O'MARA, 2012). Tal tendência configura um risco potencial de colapso na produtividade, sendo preciso avaliar quais as melhores áreas remanescentes, com o objetivo de preservá-las (RAMANKUTTY et al. 2002). Pesquisas avançam no conhecimento de como manter os campos simultaneamente ao desenvolvimento de atividades sustentáveis, como por exemplo, a pecuária, conciliando sua manutenção e a geração de produtos, caso sejam consideradas as características ambientais e de biodiversidade do local e as formas de manejo que serão administradas (OLDEMAN, 1994; O'MARA, 2012).

Os biomas campestres e savânicos são moldados pelo clima e diferenciados entre si pelo conjunto de ecossistemas e grupos de espécies que evoluíram no local, e em pequena escala, respondem a fatores como relevo, solo, perturbação, idade e manejo (GIBSON, 2009). A interação desses fenômenos e processos que ocorrem nas pastagens

também pode ser determinante na composição e estrutura das espécies, além das relações de competição, recrutamento e colonização (ALHAMAD & ALRABABAH, 2008). A dominância de espécies, por exemplo, pode se dar pela competição envolvendo fatores bióticos e abióticos (SCHIPPFERS & KROPFF, 2001; ALBERTI et al., 2017). Por outro lado, a maior diversidade de espécies pode se dar por facilitação, com melhoria das condições abióticas por uma espécie que auxiliará o estabelecimento e crescimento de outras ao seu redor, de forma que as interações positivas superem as negativas de competição por recursos (CHENG et al., 2006; LEIVA et al., 2015). Ainda, de acordo com pesquisas atuais (ARCHIBALD & HEMPSON, 2016; OVERBECK et al., 2018; FISCHER et al., 2019), eventos de distúrbio são os principais fatores que influenciam a estruturação da vegetação campestre, uma vez que redefinem a sucessão secundária, modificando propriedades fundamentais em diferentes escalas temporais e espaciais.

Ecosistemas campestres em diversas partes do mundo demonstram uma importante interação positiva com distúrbios como fogo e pastejo quando realizados de maneira sustentável, ao afetar a composição florística local, alterando a diversidade e a heterogeneidade (BRIGGS, et al., 2002; REITALU, et al., 2012; STEVENS et al., 2016; LANGAN et al., 2017). Estudos como o de Baldissera et al. (2010), verificaram que em áreas com pastagem submetidas à ação do fogo e de pastoreio em níveis intermediários, mantém uma alta diversidade local com heterogeneidade espacial (diversidades α e β), uma vez que não são tão frequentes e intensos para limitar a comunidade de plantas à presença de espécies extremamente tolerante a perturbações (oportunistas e ruderais) nem completamente ausente para resultar na predominância de poucas espécies dominantes de gramíneas.

A Hipótese de Distúrbio Intermediário (IDH) (CONNELL, 1978) prevê a possibilidade de coexistência de espécies devido a regimes intermediários de distúrbios. Essa hipótese já mostrou padrões consistentes em diferentes tipologias de vegetação (MOLINO & SEBATIER, 2001; GIEHL & JARENKOW, 2015; GBOGBO et al., 2017; LIU et al., 2019), entre eles as pastagens (YUAN et al., 2016). Entretanto, a frequência e a intensidade dos distúrbios podem ser afetadas dependendo da área, de acordo com a presença de fragmentos vegetacionais com diferentes idades, frequências, intensidades e tipos de distúrbios. Portanto, a história de vida do ecossistema, os distúrbios ocorrentes e suas interações, além de suas relações com fatores abióticos como clima, pode promover respostas diferenciadas, desde gerar uma extinção local em um caso extremo,

quando o distúrbio for muito intenso (COLLINS et al., 1995), até acarretar um aumento da biodiversidade quando permite a sucessão e disponibiliza nichos antes ocupados (FISCHER et al., 2019).

Sendo assim, muitos fatores estão relacionados com a composição e estrutura da vegetação em diferentes ecossistemas, fazendo a biodiversidade variar espacialmente devido a suas diferentes histórias de vida (GIBSON, 2009). Para manter um ecossistema que está frequentemente sendo alvo de conversões no uso da terra é preciso ter conhecimento de como as interações estão se processando e como estão se inter-relacionando, de forma que possa conciliar desenvolvimento socioeconômico e ambiental, no caso destinar as pastagens para atividades que serão produtivas e que permitirão a manutenção de seus serviços ecossistêmicos.

O bioma Pampa, no sul do Brasil, com sua característica vegetação campestre biodiversa se desenvolveu durante no passado sob diferentes condições climáticas comparadas as atuais (BEHLING & PILLAR, 2007). Mais recentemente, de acordo com Overbeck et al. (2007) e Robinson et al. (2018), com o clima quente e úmido, há uma tendência a expansão das florestas, porém atividades de seleção de incêndios causadas por comunidades humanas primitivas e grandes pastadores da megafauna, impediram esse processo, garantindo a manutenção da fisionomia campestre.

Outra influência importante das civilizações antigas, foi a dispersão e distribuição de plantas de interesse para a comunidade, um bom exemplo já documentado é o da *Araucaria angustifolia* (ROBINSON et al. 2018), e acredita-se que o mesmo pode ter acontecido para as palmeiras do gênero *Butia* (Arecaceae) (SOSINSKI et al. 2019). Esses ecossistemas com palmeiras podem ser encontrados no Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai, co-ocorrendo em áreas de vegetação campestre, conseguindo se dispersar e colonizar de maneira eficaz algumas regiões, principalmente áreas com solos arenosos, com alta umidade e em relevos suavemente ondulados a planos (GEYMONAT & ROCHA, 2009). Este conjunto compõe uma fisionomia diferenciada, com áreas apresentando um estrato inferior dominado por espécies herbáceas e um estrato superior constituído por essas palmeiras (MARCHIORI, 2004), formando os butiazais. Essa conformação permite a ocorrência de um micro-habitat propenso ao desenvolvimento de diferentes espécies sob as copas interespaçadas dessas palmeiras, uma vez que as mesmas captam a radiação solar incidente e permitem a circulação do vento, limitando parcialmente o aquecimento do solo (ALVES & DEMATTÊ, 1987).

A diversidade vegetal encontrada nos butiazais abrange espécies pertencentes a pelo menos 80 famílias, onde se destacam principalmente poáceas, asteráceas, ciperáceas e fabáceas (RIVAS et al., 2014; MARCHI et al., 2018). Essa composição é típica dos campos, com a presença de espécies de grande potencial forrageiro, além do próprio butiazeiro dado o seu alto valor paisagístico, histórico-cultural e econômico (RIVAS et al., 2014).

Os butiazais são, portanto, uma das formações campestres com aspecto de savanas, que ocorrem no sul do Brasil e sofrem uma série de pressões antrópicas, sendo considerados em risco de extinção como áreas naturais (RIVAS & BARILANI, 2004), devido à expansão de áreas urbanas e da fronteira agrícola, além da remoção ilegal e comercialização de plantas, a implantação de silvicultura e o sobrepastoreio de gado (SOARES & WITECK, 2009). Na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, entre os municípios de Tapes e Barra do Ribeiro, há um dos maiores remanescentes de butiazal no Estado, formado por *Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick, situado em propriedades particulares onde predominam atividades de pecuária em área de butiazal, monocultura de arroz e soja, além da silvicultura de *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. (BRASIL, 2007).

Essas atividades vêm gerando perda de área e danos à manutenção do butiazal na região e os proprietários demonstram preocupação para a conservação desses remanescentes e têm buscado auxílio para compreendê-los e mantê-los (BARBIERI et al., 2016). Segundo Phalan et al. (2011), o homem tem a capacidade de adaptar suas atividades em relação às mudanças necessárias para garantir a manutenção do ambiente, portanto, há uma forma de conciliar a atividade comercial local com a conservação. No caso do butiazal, são necessárias informações sobre o *pool* de espécies na formação, seu potencial e sua importância ecossistêmica, para entender e buscar as melhores estratégias visando garantir a conservação do ambiente, associado às perspectivas social e econômica da comunidade diretamente dependente na região (HAGEMANN, 2016).

A partir dos dados de Costa et al. (2017), que realizaram o mapeamento do butiazal e o caracterizaram de acordo com a densidade de indivíduos de palmeiras, foi possível verificar seus agrupamentos em uma propriedade particular na região. Estes reconheceram áreas com baixa densidade de butiazeiros, até agrupamentos em que é impossível comprovar por imagens de satélite quantos indivíduos há nos aglomerados, devido ao seu alto número.

A formação de microclimas diferenciados em um mesmo local decorre principalmente em função de variações na cobertura vegetal, que altera a intensidade de

variáveis climáticas como radiação solar, temperatura e umidade do ar e do solo e vento (AUSSENAC, 2000). As diferentes densidades de butiazeiros também devem causar essas intervenções, permitindo o estabelecimento de diferentes espécies vegetais de acordo com as variações geradas com as interferências nos fatores abióticos locais. Contudo, como mencionado anteriormente, muitos fatores podem afetar ecossistemas campestres, como os distúrbios causados pelo pastejo do gado.

A pecuária, historicamente, é uma das principais atividades econômicas nos campos do sul do Brasil, e o pastejo decorrente é considerado o principal mantenedor de suas características e propriedades ecológicas (CRAWSHAW et al., 2007; OVERBECK et al., 2007). A utilização do manejo de pecuária como alternativa para a conservação das paisagens campestres é um caminho econômico e socioambiental promissor para o ecossistema (FISCHER et al., 2019; FERREIRA et al., 2020), neste caso, o butiazal.

A pressão de pastejo influencia ecossistemas campestres, quando em baixa intensidade, provocando a evolução do campo para um ecossistema florestal em condições onde o clima favorece o desenvolvimento desse tipo vegetacional (OVERBECK et al., 2007; VELDMAN et al., 2015; ABREU et al., 2017). Quando em alta intensidade, leva a um pastejo não seletivo e à substituição de espécies forrageiras por aquelas de menor qualidade, aumento das ruderais e à exposição do solo (ANDRADE et al., 2015; FEDRIGO et al., 2018). Ainda no caso do butiazal, há o impacto às populações de butiazeiros que perdem sua capacidade de regeneração pelo consumo de suas sementes e plântulas pelo gado (BARBIERI et al., 2016).

As influências do uso pelo gado e da densidade de butiazeiros sobre fatores abióticos locais e/ou diretamente sobre a diversidade vegetal no butiazal, pode afetá-los de acordo com a intensidade do distúrbio e as influências no micro-habitat. Portanto, avaliar esses fenômenos e suas interações sobre uma comunidade vegetacional previamente conhecida pode gerar uma gama de informações que auxiliie na elaboração de uma prática de manejo economicamente viável e ambientalmente sustentável para áreas campestres com butiazal.

Justificativa

Considerando a preocupação com a perda gradual das áreas de ecossistema butiazal, que abriga alta biodiversidade, entre as quais espécies com potencial

econômico, é necessário buscar informações sobre a importância do mesmo não apenas para a preservação de espécies, mas também para fornecer um fluxo sustentável de bens e serviços ecossistêmicos que atendam às necessidades dos proprietários para subsistência, e da fauna associada para a sobrevivência. Foi comprovado em estudos anteriores que, com um manejo adequado do gado, a regeneração dos butiazeiros é favorecida, permitindo a manutenção da população e de seus recursos fitogenéticos.

Assim, um estudo que leve em consideração as características de densidade de butiazeiros, fatores abióticos e carga animal é fundamental para entender e organizar uma produção de sistema forrageiro nativo sustentável e evitar a invasão de espécies arbóreas nativas e de exóticas, incentivando os proprietários em manter o butiazal e a biodiversidade associada através da atividade econômica.

Objetivos

Nesse contexto, o objetivo geral deste estudo é o de avaliar características do ecossistema butiazal encontrado na região, a composição da comunidade vegetal associada e suas relações com o manejo pecuário, a fim de encontrar subsídios para a manutenção desse ecossistema.

Objetivos específicos

- Determinar a composição vegetal encontrada sob as diferentes densidades de indivíduos adultos de *Butia odorata*;
- Avaliar a intensidade de uso pelo gado nas diferentes densidades de butiazeiros nos diferentes manejos;
- Verificar influência do sombreamento e umidade nas comunidades vegetais, sob butiazeiros nos diferentes manejos;
- Determinar e destacar potencialidades que o manejo pecuário adequado pode proporcionar para a população de butiazeiros e diversidade associada.

Referências

- ABREU, R. C. R.; HOFFMANN, W. A.; VASCONCELOS, H. L.; PILON, N. A.; ROSSATO, D. R.; DURIGAN, G. The biodiversity cost of carbon sequestration in tropical savanna. **Science Advances**, v. 3, e1701284, 2017.
- ALBERTI, J.; BAKKER, E. S.; van KLINK, R.; OLFF, H.; SMIT, C. Herbivore exclusion promotes a more stochastic plant community assembly in a natural grassland. **Ecology**, v. 98, p. 961-970, 2017.
- ALHAMAD, M. N.; ALRABABAH, M. A. Defoliation and competition effects in a productivity gradient for a semiarid Mediterranean annual grassland community. **Basic and Applied Ecology**, n. 9, p. 224-232, 2008.
- ALVES, M.R.P.; DEMATTÊ, M.E.S.P. **Palmeiras**: características botânicas e evolução. São Paulo, Fundação Cargill, 1987. 129p.
- ANDRADE, B. O.; KOCH, C.; BOLDRINI, I. I.; VÉLEZ-MARTIN, E.; HASENACK, H.; HERMANN, J. M.; KOLLMANN, J.; PILLAR, V. D.; OVERBECK, G. E. Grassland degradation and restoration: a conceptual framework of stages and thresholds illustrated by southern Brazilian grasslands. **Natureza & Conservação**, n. 13, p.95–104, 2015.
- ARCHIBALD, S.; HEMPSON, G. P. Competing consumers: contrasting the patterns and impacts off fire and mammalian herbivory in Africa. **Philosophical Transactions Royal Society B**. v. 371, p. 1-14, 2016.
- AUSSENAC, G. Interactions between forest stands and microclimate: ecophysiological aspects and consequences for silviculture. **Annals of Forest Science**, v. 57, p.287-301, 2000.
- BALDISSERA, R.; FRITZ, L.; RAUBER, R.; MULLER, S. C. Comparison between grassland communities with and without disturbances. **Neotropical Biology and Conservation**, n. 5, v. 1, p. 1-9. 2010.
- BARBIERI, R.L.; CHOMENKO, L.; SOSINSKI JÚNIOR, Ê.E.; COSTA, F.A.; GOMES, G.C.; MARCHI, M.M.; MISTURA C.M.; HEIDEN, G.; MATOS, J.M.; VILLELA, J.C.B.; CARNEIRO, A.M.; NILSON, A.D.; RAMOS, R.A.; FARIAS-SINGER, R. **Butiás**: conservação e uso sustentável de *Butia odorata* na região do Litoral Médio do Rio Grande do Sul. Natureza em Revista ed. 14 – Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2016.
- BEHLING, H & PILLAR, V. D. Late quaternary vegetation, biodiversity and fire dynamics on the southern Brazil highland and their implication for conservation and management of modern araucaria forest and grassland ecosystems. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 362, p. 243-251, 2007.

BRASIL - Ministério do Meio Ambiente. **Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira**. Brasília: MMA/SBF, 328 p., 2007.

BRIGGS, J. M.; KNAPP, A.K; BROCK, B.L. Expansion of woody plants in tallgrass prairie: a fifteen-year study of fire and fire-grazing interactions. **American Midland Naturalist**, v.147, p.287–294, 2002.

BURINGH, P.; DUBAL, R. Agricultural land use in space and time. In: WOLMAN, M. G.; FOURNIER, F. G. A. (Eds.), **Land transformation in agriculture**. New York, NY: John Wiley and Sons, p. 9-45, 1987.

CHENG, D. L.; WANG, G. X.; CHEN, B. M.; WEI, X. P. Positive interactions: Crucial organizers in a plant community. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 48, p. 128-136, 2006.

COLLINS, S. L.; GLENN, S. M.; GIBSON, D. J. Experimental analysis of intermediate disturbance and initial floristic composition: Decoupling cause and effect. **Ecology**, v. 76, p. 486-492, 1995.

CONNELL, J. H. Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. **Science**, v. 199, p. 1302-1310, 1978.

COSTA, F. A.; BARBIERI, R. L.; SOSINSKI, E.; HEIDEN, G. **Caracterização e discriminação espectral de butiazeiros (*Butia odorata*, Arecaceae) utilizando técnicas de sensoriamento remoto**. Comunicado Técnico, v. 355 – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 8 p., 2017.

CRAWSHAW, D.; DALL’AGNOL, M.; CORDEIRO, J. L. P. E HASENACK, H. Caracterização dos campos sul-rio-grandenses: uma perspectiva da ecologia da paisagem. **Boletim Gaúcho de Geografia**, v.33, p.233-252. 2007.

FEDRIGO, J. K.; ATAIDE, P. F.; FILHO, J. A.; OLIVEIRA, L. V.; JAURENA, M.; LACA, E. A.; OVERBECK, G. E.; NABINGER, C. Temporary grazing exclusion promotes rapid recovery of species richness and productivity in a long-term overgrazed Campos grassland. **Restoration Ecology**, n. 28, p.677–685, 2018.

FERREIRA, P. M. A.; ANDRADE, B. O.; PODGAISKI, L. R.; DIAS, A. C.; PILLAR, V. D. et al. Long-term ecological research in Southern Brazil grassland: Effects of grazing exclusion and deferred grazing on plant and arthropod communities. **PLOS ONE**, n. 1, v. 15, e0227706, 2020.

FISCHER, F. M.; BONNET, O. J. F.; CEZIMBRA, I. M.; PILLAR, V. D. Long-term effects of grazing intensity on strategies and spatial components of functional diversity in subtropical grassland. **Applied Vegetation Science**, v. 22, p. 39-47, 2019.

GBOGBO, F.; TABIRI, K.; YAHAYA, M. Diversity and abundance of small mammals along a disturbance gradient on a university campus in Ghana. **International Journal of Ecology & Development**, n. 1, v. 32, p. 54-65, 2017.

GEYMONAT, G.; ROCHA, N. **M'botiá**. Ecosistema único en el mundo. Castillos: Casa Ambiental, 405p., 2009.

GIBSON, D. J. **Grasses and Grassland Ecology**. Oxford University Press, 323 p., 2009.

GIEHL, E. L. H.; JARENKOW, J. A. Disturbance and stress gradients result in distinct taxonomic, functional and phylogenetic diversity patterns in a subtropical riparian tree community. **Journal of Vegetation Science**, n. 5, v.26, p. 889–901, 2015.

HAGEMANN, A. **Contribuições do manejo conservativo à conservação in situ de *Butia odorata* (Arecaceae) no Bioma Pampa**. Dissertação (Mestrado em Ciências – área Fitomelhoramento). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas-RS. 2016.

IUCN-WCPA. **Proceedings**. In: Seminar on the protection and conservation of grasslands in east Asia. Ulaanbaatar, Mongolia, 75 p., 2000.

LANGAN, L.; HIGGINS, S. I.; SCHEITER, S. Climate-biomes, pedo-biomes or pyro-biomes: which world view explains the tropical forest–savanna boundary in South America? **Journal of Biogeography**, n. 44, p.2319–2330. 2017.

LEIVA, M. J.; MANCILLA-LEYTON, J. M.; MARTINVICENTE, A. Differences in the facilitative ability of two Mediterranean shrubs on holm-oak seedling recruitment in Mediterranean savanna-forest ecosystems. **Ecological Engineering**, n. 82, p. 349-354, 2015.

LIU, X.; LIU, X.; WU, L.; TIAN, Z. Diversity in phytoplankton communities: A field test of the intermediate disturbance hypothesis. **Ecological Engineering**, v. 129, p. 54-60, 2019.

MARCHI, M. M.; BARBIERI, R. L.; SALLÉS, J. M.; DA COSTA, F. A. Herbaceous and subshrub by flora associated with palm grove ecosystem in the Pampas Biome. **Rodriguesia**, v. 69, p. 553-560.

MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul** – Campos Sulinos. Porto Alegre: EST Edições, 110 p., 2004.

MAXWELL, S. L.; FULLER, R. A.; BROOKS, T. M.; WATSON, J. E. M. Biodiversity: The ravages of guns, nets and bulldozers. **Nature**, v. 536, p. 143-145, 2016.

MOLINO, J-F.; SABATIER, D. Tree diversity in Tropical Rain Forests: A validation of the intermediate disturbance hypothesis. **Science**, v. 294, Issue 5547, p. 1702-1704, 2001.

O'MARA, F. P. The role of grasslands in food security and climate change. **Annals of Botany**, v. 110, p. 1263-1270, 2012.

OECD/Food and Agriculture Organization of the United Nations, OECD/FAO. **OCDE-FAO Agricultural Outlook 2015-2024**. OECD Publishing, Paris, 154 p., 2015.

OLDEMAN, L. R. The global extent of soil degradation. In: GREENLAND, D. J.; SZABOLCS, I. (Eds.), **Soil resilience and sustainable land use**. Wallingford, UK: CAB International, p. 99-118, 1994.

ONU, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Population Prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423)**, 46 p., 2019.

OVERBECK, G.E.; MÜLLER, S.C.; FIDELIS, A.; PFADENHAUER, J.; PILLAR, V.D.; BLANCO, C.C.; BOLDRINI, I.I.; BOTH, R.; FORNECK, E.D. Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, n. 1, v. 9, p. 101-111, 2007.

OVERBECK, G. E.; SCASTA, J. D.; FURQUIM, F. F.; BOLDRINI, I. I.; WEIR, J. R. The South Brazilian grasslands – A South American tallgrass Prairie? Parallels and implications of fire dependency. **Perspectives in ecology and conservation**, v. 16, p. 24-30, 2018.

PHALAN, B.; ONIAL, M.; BALMFORD, A.; GREEN, R. E. Reconciling food production and biodiversity conservation: land sharing and land sparing compared. **Science**, v. 333, p.1289-1291, 2011.

RAMANKUTTY, N.; EVAN, A. T.; MONFREDA, C.; FOLEY, J. A. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000. **Global Biogeochemical Cycles**, n. 22, p. 1-19, 2008.

RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J. A.; OLEJNICZAK, N. J. People on the land: Changes in global population and croplands during the 20th Century. **AMBIO: Journal of the Human Environment**, n. 3, v. 31, p. 251-257, 2002.

REITALU, T.; PURSCHKE, O.; JOHANSSON, L.J.; HALL, K.; SYKES, M.T.; PRENTICE, H.C. Responses of grassland species richness to local and landscape factors depend on spatial scale and habitat specialization. **Journal of Vegetation Science**, n. 1, v. 23, p. 41-51. 2012.

RIVAS, M.; BARILANI, A. Diversidad, potencial productivo y reproductivo de los palmares de *Butia capitata* (Mart.) Becc. de Uruguay. **Agrociencia**, n. 1, v. 8, p.11-20, 2004.

RIVAS, M.; MARTÍN, J.; LUCÍA, G.; BARBIERI, R. L. Diversidad vegetal del campo natural de *Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick em Uruguay. **Agrociencia**, n. 2, v. 18, p.14-27, 2014.

ROBINSON, M.; De SOUZA, J.G.; MAEZUMI, S. Y.; CÁRDENAS, M.; PESSEDA, L.; PRUFER, K.; CORTELETTI, R.; SCUNDERLICK, D.; MAYLE, F. E.; De

BLASIS, P.; IRIARTE, J. Uncoupling human and climate drivers of late Holocene vegetation change in southern Brazil. *Scientific Reports*, v. 8, 7800, 2018.

SCHIPPFERS, P.; KROPFF, M. J. Competition for light and nitrogen among grassland species: A simulation analysis. *Functional Ecology*, v. 15, p. 155-164, 2001.

SOARES, K.; WITECK NETO, L. Ocorrência de *Butia capitata* e outras espécies do gênero *Butia* na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. In: Geymonat, G. & Rocha, N. **M'botiá**: ecossistema único en el mundo. Casa Ambiental, Castilhos, Rocha, p. 37-41, 2009.

SOSINSKI, Ê. E.; URRUTH, L. M.; BARBIERI, R. L.; MARCHI, M. M.; MARTENS, S. G. On the ecological recognition of *Butia* palm groves as integral ecosystems: Why do we need to widen the legal protection and the in situ/on-farm conservation approaches? *Land Use Policy*, v. 81, p. 124–130, 2019.

STEVENS, N.; ERASMUS, B. F. N.; ARCHIBALD, S.; BOND, W. J. Woody encroachment over 70 years in South African savannahs: overgrazing, global change or extinction after shock? *Philosophical Transactions of the Royal Society*, n. 371, p. 20150437. 2016.

VELDMAN, J. W.; BUISSON, E.; DURIGAN, G.; FERNANDES, G. W.; LE STRADIC, S.; MAHY, G.; NEGREIROS, D.; OVERBECK, G. E.; VELDMAN, R. G.; ZALOUMIS, N. P.; PUTZ, F. E.; BOND, W. J. Toward an old-growth concept for grasslands, savannas, and woodlands. *Frontiers in Ecology and the Environment*, n. 13, p.154–162, 2015.

YUAN, Z. Y.; JIAO, F.; LI, Y. H.; KALLENBACH, R. L. Anthropogenic disturbances are key to maintaining the biodiversity of grasslands. *Scientific Reports*, v. 6, 22132, 2016.

CAPÍTULO 1

Determinants of plant diversity in *Butia* palm grove in Southern Brazil:
implications for conservation¹

¹ Manuscrito redigido para submeter à publicação no periódico *Applied Vegetation Science*.

Considerações finais

Neste trabalho pudemos inferir quais os determinantes que influenciam a comunidade vegetal do butiazal, e permitiu contribuir com informações de como realizar o manejo desse ecossistema utilizando-se de uma atividade agropecuária sustentável.

Consideramos a possibilidade de conciliar a manutenção do butiazal com a pecuária, de forma a garantir a persistência desse ecossistema junto a uma geração de renda para proprietários de áreas com a presença de butiazeiros sobre campo nativo. Para tal, verificamos que é necessário ponderar sobre a intensidade de uso pelo gado e a densidade de butiazeiros nos poteiros onde se realizar o manejo.

O uso pelo gado afetou diretamente a composição de formas de crescimento e os componentes do solo, e esses, conseqüentemente, afetaram a riqueza de espécies nativas e a qualidade forrageira. Já a densidade de palmeiras afetou diretamente a qualidade forrageira e pela mudança na abertura de dossel, afetou a composição de formas de crescimento, riqueza de nativas e também, na qualidade forrageira.

A partir dos resultados, foi possível propor práticas de manejo que podem auxiliar nos objetivos propostos. A utilização, em um primeiro momento, do manejo conservativo permitirá a regeneração da população de butiazeiros, garantindo a manutenção da espécie-chave desse ecossistema. Posteriormente, com a garantia de novos indivíduos das palmeiras estabelecidos, a utilização do manejo rotativo, permitirá que o distúrbio provocado pelo pastejo diminua a expansão de espécies lenhosas que comumente avança sobre os butiazais e acaba por suprimi-lo, e proporcionará uma heterogeneidade do ambiente com o desenvolvimento de espécies forrageiras de qualidade, com biomassa suficiente para suprir a alimentação necessária para o gado.

Essas práticas são propostas como possíveis soluções, entretanto ainda são necessários estudos agronômicos e zootécnicos que busquem informações sobre as espécies presentes em cada local que se deseja manejar e o quanto elas suportam de carga animal por hectare, visando a produtividade do gado e do ambiente.