

O AVANÇO DA SOJA NO BIOMA PAMPA

Tatiana Mora Kuplich

Bióloga (UFRGS), doutora em Geografia Física (University of Southampton)
Tecnologista Sênior no Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais (CRS/INPE)
E-mail: tatiana.kuplich@inpe.br

Viviane Capoane

Geógrafa (UFSM), doutora em Geografia (UFPR)
Professora na Universidade Federal do Rio Grande
E-mail: capoane@gmail.com

Luis Fernando Flenik Costa

Engenheiro Florestal (UFSM)
Bolsista no Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais (CRS/INPE)
E-mail: flenik.costa@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi mostrar o avanço das lavouras de soja em área tradicional de pecuária, o bioma Pampa, e sinalizar a necessidade de planejamento e conservação no manejo dos campos nativos no sul do Brasil. Foi realizado um levantamento das áreas plantadas de soja, arroz e milho no Rio Grande do Sul e nos municípios do bioma Pampa a partir do ano 2000, com base em dados do IBGE. Os municípios Aceguá, Bagé e Dom Pedrito foram selecionados para estudo com imagens Landsat TM e OLI de 2004 a 2015. Para minimizar dúvidas de classificação da soja, foram utilizadas imagens durante o máximo vigor da lavoura e depois da colheita. A quantificação do avanço sobre o Pampa foi feita com o mapa dos campos nativos remanescentes do bioma gerado pelo Centro de Ecologia da UFRGS. De 2000 a 2015 a área plantada com soja no RS aumentou 73,7% principalmente na metade Sul do Estado. No bioma Pampa a área plantada de soja aumentou 188,5% nesse período. No município de Aceguá a área plantada de soja aumentou 1.150%, em Bagé aumentou 191,7% e em Dom Pedrito a área de soja aumentou 204%. Em média, 8,2% desse aumento ocorreu sobre campo nativo. Este trabalho confirma a premência de atividades para conservação dos remanescentes do bioma Pampa.

PALAVRAS-CHAVE: Campos; Mudança no uso da terra; Soja.

THE ADVANCE OF SOYBEAN IN THE PAMPA BIOME

ABSTRACT

The aim of this work was to show the increase of soybean crops in a traditional livestock area, the Pampa biome, signaling the need for planning and conservation in the management of native grasslands in Southern Brazil. A survey of soybean, rice and corn crops in Rio Grande do Sul State and in the Pampa biome from 2000 was performed, based on data from Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Three municipalities - Aceguá, Bagé and Dom Pedrito - were selected for study with 2004 and 2015 Landsat Thematic Mapper (TM) and Operational Land Imager (OLI) images. To minimize difficulties in the soybean identification, images during maximum crop greenness and after crop harvest were classified and compared. Classified soybean crops were clipped against native grasslands maps, allowing to quantify the extent of grassland lost to soybeans crops. From 2000 to 2015 soybean crops increased 73.7% mostly in the Southern half of RS. For Pampa biome, soybeans crops increased 188.5%. In Aceguá, Bagé and Dom Pedrito soybeans increased 1,150%, 191.7% and 204%, respectively, according to IBGE data. Landsat

images classification showed that on average 8.2% of that took place over native grasslands. This work confirmed the urgent need for conservation of Pampa biome remnants.

KEYWORDS: Grassland; Land use change; Soybean.

INTRODUÇÃO

Globalmente, a demanda crescente por alimentos e bioenergia são as forças motrizes das mudanças no uso e cobertura da terra (DALE et al., 2011). Estimativas mostram que em 2050 a população mundial atingirá a marca de 9.1 bilhões (FAO, 2009), logo, a produção de grãos e de carne aumentará. A demanda por alimentos e bioenergia resulta em mudanças no uso e cobertura da terra e o Brasil, por ter extensão continental, tem grande potencial de expansão de terras aráveis. A disponibilidade de terras e água, aliada à modernização da agricultura, tornam o Brasil, já no cenário atual, um grande produtor mundial de alimentos. Porém, a expansão das atividades agrícolas e pecuárias sobre os ecossistemas naturais tem efeitos deletérios sobre o meio ambiente e coloca o país entre os mais vulneráveis em relação à perda da biodiversidade (DOBROVOLSKI et al., 2011).

Embora o avanço da agricultura tenha recuado nos biomas Amazônia e Cerrado em relação as décadas passadas, no Pampa o avanço da fronteira agrícola está em ascensão. Para Overbeck et al. (2015), a pouca atenção que é dada à conservação e monitoramento de áreas não florestais é uma das causas das alarmantes taxas de destruição de ecossistemas campestres, predominantes em quatro (Pampa, Pantanal, Cerrado e Caatinga) dos seis biomas brasileiros.

Os campos do bioma Pampa, apesar da aparente uniformidade, apresentam grande biodiversidade, representada nas 10 unidades fitofisionômicas definidas com base na estrutura e composição de espécies, solos e relevo (HASENACK et al., 2010; BOLDRINI, 2009). Além de representar a base forrageira para rebanhos que são um dos pilares da economia e cultura da região, os campos asseguram serviços ecossistêmicos insubstituíveis, como a proteção dos recursos hídricos, solos e a manutenção de espécies da fauna e flora, entre outros (KUPLICH et al., 2016).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2009), o Pampa é o bioma com menor representatividade no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), contando apenas com 3,3% de sua área em proteção integral ou em uso sustentável. Overbeck et al. (2015) estimaram o maior Índice de Risco de Conservação, entre os biomas brasileiros, para o Pampa, evidenciando a grande área de campos nativos convertida para outros usos em relação às áreas efetivamente protegidas.

Além das deficiências do SNUC, o rápido avanço da frente agrícola, assim como a invasão do capimannoni (*Eragrostis plana*) são grandes ameaças à integridade dos campos nativos (PILLAR et al., 2009; OVERBECK et al. 2009). Nos últimos 30 anos, pelo menos 25% da área total de campos nativos foi convertida para plantações de soja, milho e árvores exóticas (PILLAR et al., 2009). Imagens de sensores a bordo de satélites mostraram que este bioma teve até 2009 aproximadamente 54% da sua área convertida em outros tipos de usos (MMA, 2014).

O avanço da fronteira agrícola na metade Sul do Rio Grande do Sul alterou o perfil das áreas tradicionalmente utilizadas na produção pecuária (SANTOS et al., 2014). A cultura do arroz, que ocupa grandes áreas do bioma, também está em fase de transição, passando do modelo mono ou binomial (arroz-pousio ou arroz-pecuária), para um sistema misto com as culturas soja, milho, sorgo e trigo. A soja tem sido cultivada em rotação com o arroz irrigado e sua adaptação nessas áreas deve-se principalmente à obtenção de novas cultivares, com genótipos adaptados a períodos de encharcamento do solo (PILON et al., 2013) e aqueles que melhor se recuperam após este estresse (PIRES et al., 2002). A conversão acelerada das áreas de campo nativo para lavouras de soja (SILVEIRA et al., 2017) e outras monoculturas anuais, a presença maior de agrotóxicos e aumento da emissão de gases do efeito estufa (MACIEL et al., 2016), configuram uma realidade preocupante para o Pampa na atualidade.

São necessários trabalhos e levantamentos ambientais para auxiliar e direcionar políticas públicas de conservação e manejo sustentável deste bioma. Este trabalho apresenta então um levantamento da área plantada de soja, milho e arroz no Rio Grande do Sul (RS) e nos municípios do bioma Pampa a partir do ano 2000, com base em dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), contrapondo os dados com a produção pecuária municipal. Três municípios - Aceguá, Bagé e Dom Pedrito - foram selecionados para estudo de caso com imagens de sensoriamento remoto. O objetivo é mostrar o avanço das lavouras de soja em área tradicional de pecuária e sinalizar a necessidade de planejamento e conservação no manejo da vegetação campestre no Rio Grande do Sul.

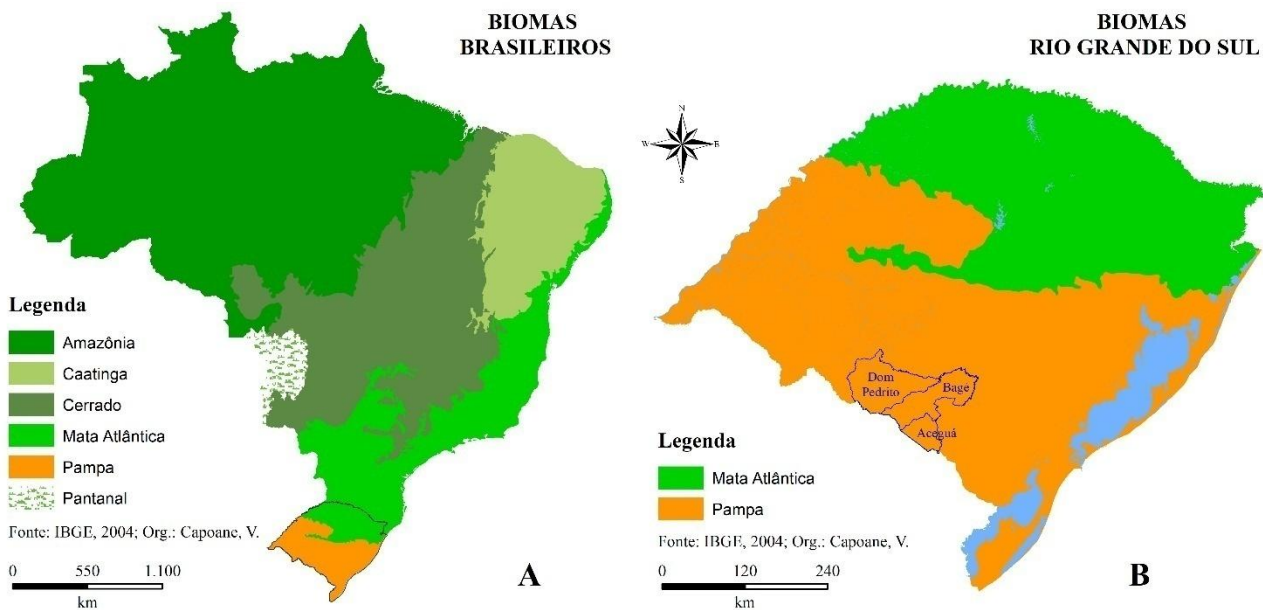
ÁREA DE ESTUDO

O Pampa compreende uma área de 500.000 km², abrangendo todo o Uruguai, Nordeste da Argentina, Sul do Brasil e parte do Paraguai (PALLARÉS et al., 2005). O seu reconhecimento como bioma é recente, pois somente em 2004 foi desmembrado do bioma Mata Atlântica (IBGE,

2004). Ele abrange a metade meridional do Estado do RS, ocupando 63% do território gaúcho (Figura 1) e 2,07% do território nacional.

O Pampa é um bioma caracterizado por uma vegetação composta por gramíneas, plantas rasteiras e algumas árvores e arbustos. As formações florestais também existem, mas não são dominantes. Hasenack et al. (2010) caracterizaram os campos do Pampa no Brasil e Uruguai com base na vegetação dominante e relevo, delimitando 13 sistemas ecológicos. Destes, 10 se encontram no RS. São eles: campo litorâneo; campo arbustivo; campo misto do cristalino oriental; campo graminoso; campo misto de andropogôneas e compostas; campo de solos rasos; campo de areais; campo com espinilho; campo com barba de bode e; floresta estacional. Dos três municípios estudados no presente trabalho Aceguá encontra-se totalmente no sistema ecológico de campo graminoso e os municípios de Bagé e Dom Pedrito, nos sistemas ecológicos de campo graminoso e arbustivo.

Figura 1 - Biomas Brasileiros (A); Biomas do Rio Grande do Sul e três municípios selecionados para estudo de caso (B)



Fonte: IBGE; Org.: Capoane, V.

Predominam no Pampa cinco tipologias climáticas (ROSSATO, 2011): subtropical I_a pouco úmido, com inverno frio e verão fresco; subtropical I_b pouco úmido com inverno frio e verão quente; subtropical II medianamente úmido com variação longitudinal das temperaturas médias; subtropical III úmido com variação longitudinal das temperaturas médias e subtropical IV_a, muito

úmido com inverno fresco e verão quente. O clima subtropical I_a tem maior influência dos sistemas polares, abrangendo a região sudeste do RS. A precipitação anual varia entre 1.200 e 1.500 mm e a temperatura média anual varia de 17 a 20°C. O clima subtropical I_b abrange o reverso da Costa do Haedo, tem maior influência dos sistemas polares, mas com maior participação dos sistemas tropicais continentais. Os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações que variam entre 1.400 e 1.600 mm ao ano. A temperatura média anual varia de 20 a 23°C. O clima subtropical II é caracterizado pela maior influência dos sistemas polares, porém com interferência crescente dos sistemas tropicais e do relevo (depressão central). A precipitação anual varia entre 1.500 e 1.700 mm e a temperatura média anual varia de 17 a 20°C. O clima subtropical III é encontrado na faixa da escarpa do planalto basáltico até o litoral norte. Esta região apresenta menor influência dos sistemas polares e maior dos sistemas tropicais continentais na porção oeste e, marítimos na metade leste. Os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações, que varia entre 1.700 e 1.800 mm. De modo geral, a temperatura média anual varia de 17 a 20°C passando para 20-23°C na porção oeste. O clima subtropical IV_a recebe maior influência dos sistemas tropicais marítimos e continentais em associação com o efeito do relevo (planalto e vale do rio Uruguai). Os sistemas associados ao Tropical Atlântico Continentalizado são significativos nesta região, o que colabora para o aumento das temperaturas. Chove entre 1700-1900 mm ao ano e a temperatura média anual varia de 20-23°C.

O bioma compreende um conjunto ambiental de diferentes litologias e solos, sendo os solos de baixa fertilidade natural e bastante suscetíveis à erosão. As altitudes variam de 0 m na planície litorânea a 603 m na Serra do Sudeste e, o relevo predominante pode ser aplainado a suavemente ondulado.

A economia tradicional do Pampa, baseada na criação extensiva de gado, está perdendo espaço para produção de grãos ou plantios para a obtenção de celulose, descaracterizando a paisagem e causando, além da perda da biodiversidade, a perda da cultura gaúcha (BOLDRINI, 2009). Dentre as atividades econômicas desenvolvidas na região, o cultivo da soja é o que causa maior impacto ambiental, devido, principalmente, às altas doses de agrotóxicos utilizadas. Além disso, para o plantio dessa cultura não é necessário Licença Ambiental, ao contrário da silvicultura, dessa forma as lavouras avançam sobre as áreas de preservação permanente ao longo dos cursos d'água e nascentes.

MATERIAL E MÉTODOS

Dados e imagens

A etapa inicial do trabalho consistiu no levantamento da área plantada de três das principais culturas no Estado do Rio Grande do Sul - soja, milho e arroz - para o período de 2000 a 2015. Os dados foram obtidos no repositório do IBGE. Considerando o grande avanço da agricultura na metade Sul do Estado, foi feito o levantamento da área plantada de soja, arroz e milho nos municípios inseridos no bioma Pampa para os anos 2000 e 2015. Os dados da produção Agrícola Municipal (PAM) foram espacializados no programa ArcMap 10.3. Também foram obtidos os dados da Produção Pecuária Municipal (PAM) disponibilizados pelo IBGE.

Nos municípios de Aceguá, Bagé e Dom Pedrito, selecionados para o estudo de caso, foram obtidos os dados da área plantada de soja, milho e arroz entre os anos 2000 e 2015. Na pecuária, foram levantados os dados da produção de bovinos, ovinos e equinos. Os mesmos foram apresentados de forma gráfica e em tabela.

As lavouras de soja foram mapeadas nos três municípios através de classificação de imagens de sensoriamento remoto para os anos de 2005 e 2015. Considerando que o comportamento espectral das lavouras de soja é semelhante ao de outras culturas temporárias quando no mesmo estágio de desenvolvimento e com safras na mesma estação, foi necessária a utilização de imagens de duas datas, durante o máximo vigor da lavoura e depois da colheita, para assegurar identificação das culturas.

O mapeamento para o ano de 2005 foi realizado utilizando imagens adquiridas pelo sensor *Thematic Mapper* (TM) a bordo do satélite Landsat-5, bandas 3, 4 e 5 (correspondentes às faixas espectro eletromagnético do vermelho, infra-vermelho próximo e infra-vermelho médio) das datas 25/12/2004 (máximo vigor da cultura) e 02/05/2005 (depois da colheita). Para o ano de 2015 foram utilizadas imagens adquiridas pelo sensor *Operational Land Imager* (OLI) a bordo do satélite Landsat-8, bandas 4, 5 e 6 (faixas equivalentes às bandas TM descritas acima), das datas 22/01/2015 (máximo vigor da cultura) e 28/04/2015 (depois da colheita). As imagens de 30 metros de resolução espacial foram obtidas no repositório do *United States Geological Service* (formato L1T, <http://earthexplorer.usgs.gov/>).

Classificação das lavouras de soja

As etapas metodológicas utilizadas para a classificação foram: formação de banco de dados, classificação automática, edição matricial das imagens, validação e tabulação cruzada entre os

resultados das classificações com os dados de extensão de campos nativos do Pampa em formato vetorial (MMA, 2007). O programa utilizado foi o SPRING 5.3.

A classificação automática das imagens foi realizada com o classificador supervisionado Bhattacharya, escolhido depois de inúmeros testes, a partir da imagem já segmentada. As classificações passaram por intenso processo de edição matricial, onde os polígonos correspondentes às classes mapeadas foram verificados e, caso necessário, corrigidos. As áreas classificadas como soja nas imagens iniciais da safra (dezembro de 2004 e janeiro de 2015) foram comparadas com as mesmas áreas nas imagens após colheita (02/05/2005 e 28/04/2015), verificando a ausência da lavoura e aparência de solo nu. A comparação entre as imagens do período de máximo vigor e após a colheita serviu de validação dos resultados da classificação. Adicionalmente, cada polígono de lavoura de soja mapeado foi verificado nas imagens temporais de alta resolução espacial disponíveis no programa Google Earth.

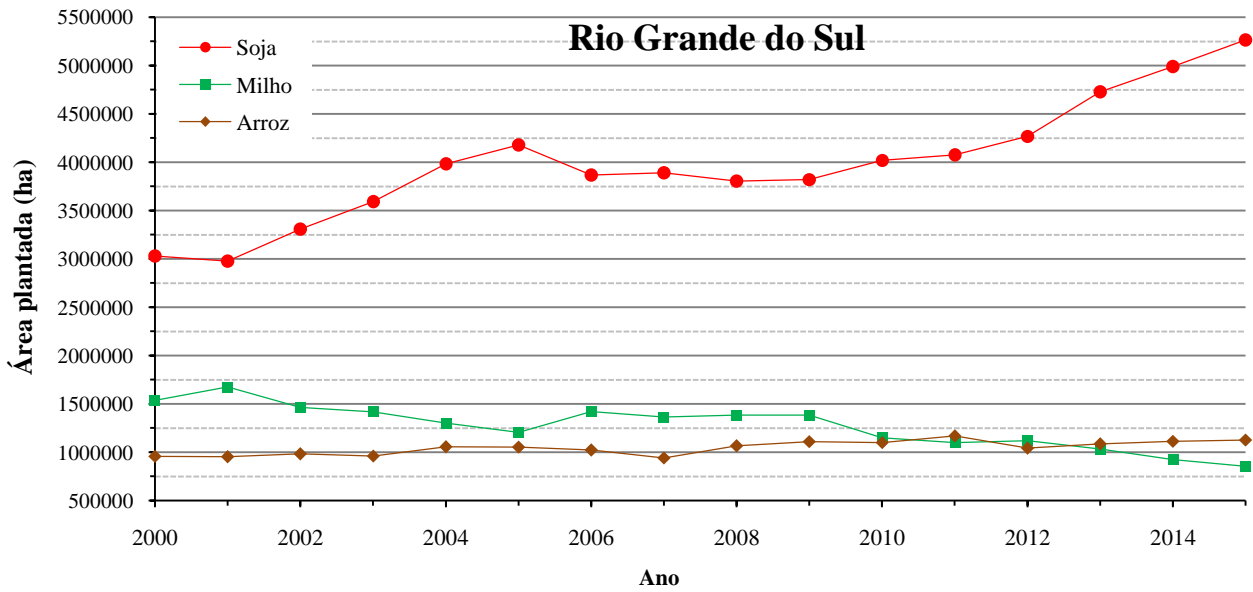
A quantificação do avanço da soja sobre o campo foi feita com base no trabalho realizado por Hasenack e equipe no Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) para edital do Ministério do Meio Ambiente de 2007, que promoveu o mapeamento de campos nativos remanescentes do bioma Pampa, através da classificação visual de imagens Landsat-5 TM com ano base de 2002. Estes dados em formato vetorial foram cruzados com as classificações feitas neste trabalho através de operação de tabulação cruzada, permitindo a quantificação do avanço das lavouras de soja especificamente sobre áreas de campo nativo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Avanço da agricultura no Pampa

No período de 2000 a 2015, conforme dados da PAM/IBGE, a área plantada com soja aumentou 73,7% no Rio Grande do Sul, passando de 3.030.556 ha para 5.263.899 ha (Figura 2). A área plantada com arroz aumentou 18% e a área plantada com milho diminuiu 44% nesse período (Figura 2). O aumento da área plantada com soja ocorreu principalmente na metade Sul do Estado, com o avanço da soja sobre os campos do bioma Pampa (Figura 3A) e em áreas anteriormente cultivadas com milho.

Figura 2 - Área plantada em hectares de soja, milho e arroz no Rio Grande do Sul no período de 2000 a 2015.

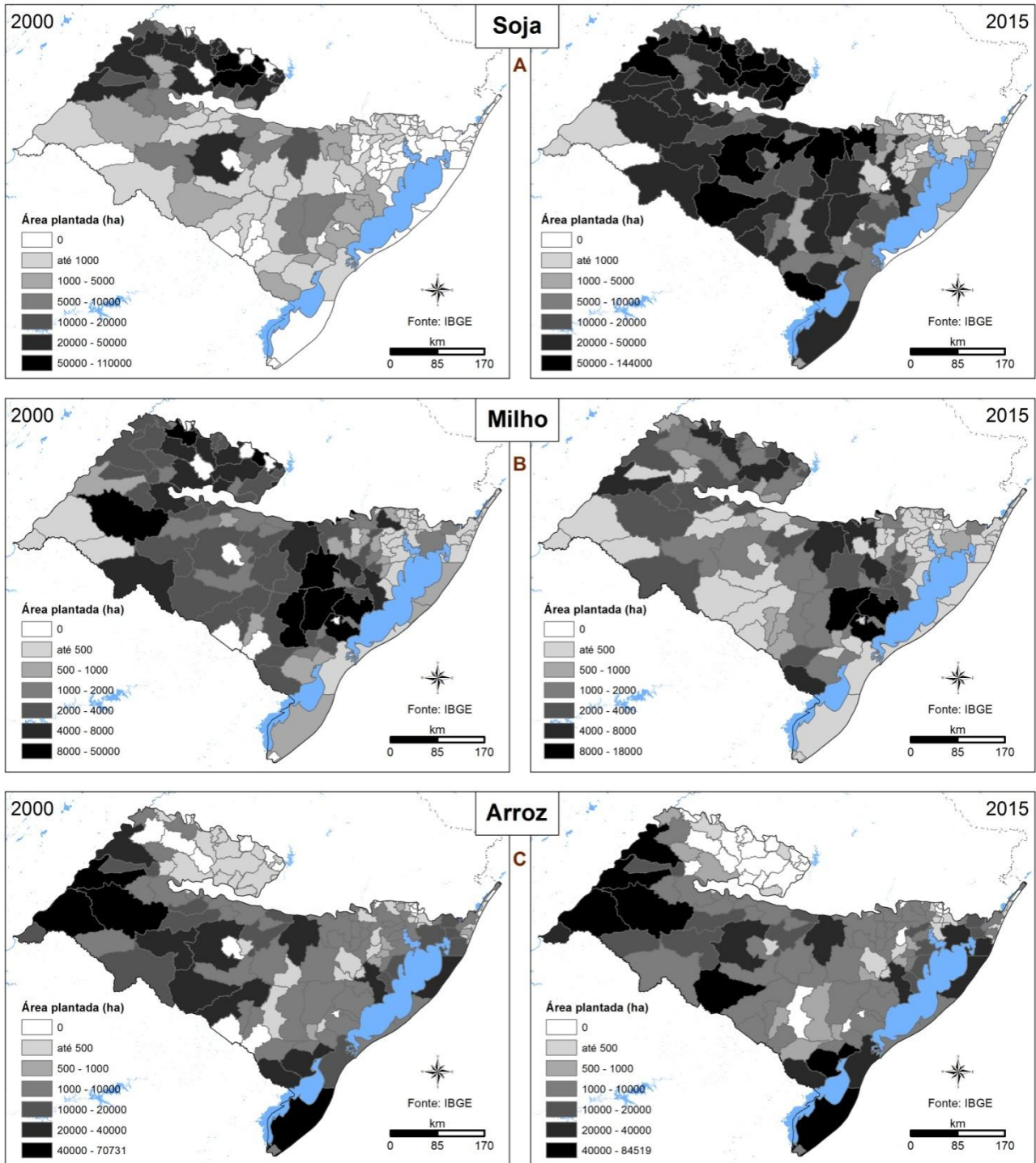


Fonte: Produção Agrícola Municipal, IBGE. Org.: Capoane, V.

Nos municípios inseridos no **bioma Pampa**, em um comparativo entre os anos 2000 e 2015, a área plantada com soja triplicou, passando de 938.542 ha no ano 2000 para 2.707.942 ha no ano de 2015 (IBGE). A cultura de arroz, que tem um importante papel na economia gaúcha aumentou 20%, passando de 929.457 ha em 2000 para 1.115.675 ha em 2015 (IBGE). Já a área plantada com milho reduziu 58,9%, passando de 473.529 ha para 279.050 ha (IBGE).

Em 2000 a área plantada com soja concentrava-se na fronteira oeste (Figura 3A). Já em 2015, a área plantada com soja estava presente em mais de 80% dos municípios, sendo menos expressiva no litoral norte e região metropolitana (Figura 3A). O município com maior área plantada no ano de 2015 foi Tupanciretã com 144.000 ha (IBGE).

Figura 3 - Distribuição espacial da área plantada (ha) de soja (A), milho (B) e arroz (C) nos municípios inseridos no bioma Pampa nos anos 2000 e 2015.



Fonte: Produção Agrícola Municipal, IBGE. Org.: Capoane, V.

As plantações de milho no ano 2000 eram bem distribuídas no Pampa, com maior área plantada na mesorregião Sudeste Rio-Grandense (Figura 3B). Em 2015, houve redução significativa na mesorregião Sudoeste-Rio-Grandense, principalmente nos municípios de Bagé, Dom Pedrito e

Lavras do Sul. A queda na área plantada de milho deu-se em detrimento aos cultivos da soja, que é mais rentável, e mais resistente às intempéries.

Os municípios com maior área plantada de arroz localizam-se na planície litorânea; na região sudoeste ao longo do rio Uruguai e; municípios inseridos na bacia hidrográfica do Rio Santa Maria (Figura 3C). Conforme Carvalho e Ozório (2007), nas várzeas, o grande avanço da orizicultura provocou a quase extinção dos ecossistemas de banhados, sendo que os remanescentes, na sua maior parte, estão muito fragmentados e alterados.

A diminuição das áreas de campo no Pampa em detrimento da agricultura e silvicultura, aumentou a pressão nas áreas de campo remanescentes utilizadas para pecuária. Conforme Overbeck et al. (2007), para manter a lotação os pecuaristas aumentaram as áreas com pastagens cultivadas e introduziram espécies exóticas em plantio direto sobre campo nativo. Uma das espécies introduzidas na década de 1950 foi o capim-annoni (*Eragostis plana*), que se mostrou de grande potencial invasor sobre campos nativos pastejados, resultando na perda de qualidade forrageira e da biodiversidade. Para os pecuaristas as consequências foram baixa produtividade e rendimento (NABINGER et al., 2009). Embora existam alternativas de melhoramento de pastagens, como a adequação da lotação, que aumenta a produtividade do gado, para Dill et al. (2015), sua adoção ainda é incipiente. Este cenário tem contribuído para o aumento da conversão das pastagens em outras atividades agrícolas.

Além da degradação dos campos remanescentes pelo sobrepastejo, a agricultura tem deteriorado os solos, as águas e a saúde da população pelo uso excessivo de herbicidas. Conforme levantamento feito pela consultoria Céleres[®] (2016), os cultivos transgênicos de soja e milho ocupam respectivamente, 93,5% e 83,7% da área plantada no Brasil. No mercado brasileiro, estão sendo comercializados cultivares de soja e milho transgênicos associados à tolerância ao glifosato, entre outros herbicidas. Esse modelo de agricultura tornou os sistemas produtivos ainda mais dependentes dos insumos externos e com menor resistência às perturbações econômicas e ambientais.

No bioma Pampa, considerando o baixíssimo número de Unidades de Conservação e a pouca eficácia dos mecanismos e políticas públicas para aplicação das Leis, Decretos, Resoluções e, Portarias, tanto no âmbito federal quanto no estadual (a exemplo da Lei 12.727/12; Lei 9.433/97; Lei 9.605/98; Decreto RS 53.202/16, dentre outras), a tendência é o avanço da soja sobre os campos nativos, a perda da biodiversidade e a degradação dos solos e das águas. Como agravante, o Decreto Estadual nº 52.431/15 permitiu declarar campos nativos em uso pastoril como “área rural

consolidada por supressão de vegetação nativa com atividades pastoris”. Para Brancalion et al. (2016), essa classificação compromete a efetiva proteção dos remanescentes de vegetação nativa do bioma Pampa frente à conversão para outros usos. Da mesma forma, ao legalizar como fato consumado a conversão do campo nativo, essas áreas foram excluídas das exigências de conservação e manejo de baixo impacto de Reserva Legal estipuladas na Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº 12.727/12). Contrariou-se a intenção da lei maior, o que, para estes autores, reforça a importância das regulamentações estaduais serem sustentadas pela ciência.

Avanço da soja nos municípios de Aceguá, Bagé e Dom Pedrito

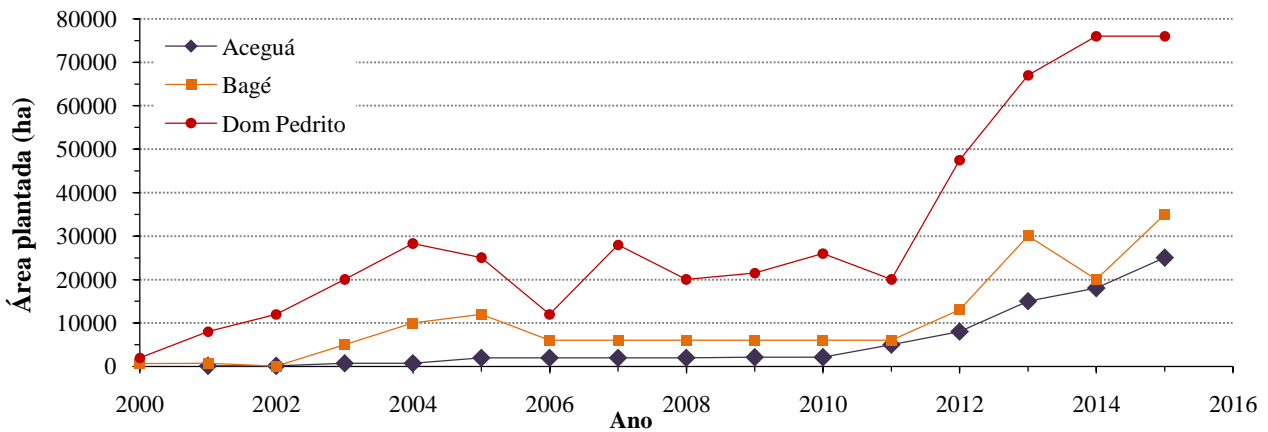
Os Municípios de Aceguá, Bagé e Dom Pedrito situam-se no extremo sul do Rio Grande do Sul (Figura 1), fazendo fronteira com o Uruguai. Aceguá foi emancipado de Bagé em 1996, tem uma área de 1.547,956 km² e população de 4.394 habitantes (IBGE, 2010). Faz parte do sistema ecológico ou fitofisionomia dos Campos Graminosos, que apresenta tanto gramíneas de hábito prostrado como cespitoso (HASENACK et al., 2010). Bagé foi fundada em 1811, tem 116.794 habitantes (IBGE, 2010) e uma área de 4.093,582 km². Faz parte das fitofisionomias Campos Graminosos e Campos Arbustivos (HASENACK et al., 2010). Dom Pedrito foi fundado em 1872, tem uma área de 5.190,238 km² e uma população de 38.898 habitantes (IBGE, 2010). Assim como Bagé, faz parte das fitofisionomias Campos Graminosos e Arbustivos (HASENACK et al., 2010).

Tradicionalmente estes municípios têm sua economia baseada na pecuária extensiva, porém, com o advento da revolução verde, os rebanhos reduziram significativamente. Conforme dados do IBGE, de Produção Pecuária Municipal (Tabela 1), da década de 70 (1973) a 2015 o número de cabeças de ovinos, bovinos e equinos diminuiu 79,4; 7,7; 14,2%, respectivamente em Dom Pedrito e 87,7; 41,9; 49,9%, respectivamente, em Bagé. Em Acégua, os dados disponíveis datam de 2005 e o rebanho de bovinos diminuiu 19,2% em relação ao ano de 2015, o de ovinos diminuiu 8,8% e o de equinos aumentou 15,2%. Esses números são reflexo da migração da atividade pecuária para a agrícola, que tem taxas de retorno por unidade de área maiores que a pecuária tradicional em campos degradados pelo mau manejo de lotação.

Dentre os cultivos agrícolas a soja tem destaque e, nos municípios de Aceguá, Bagé e Dom Pedrito, a área plantada em 2015 foi 250, 52 e 38 vezes maior do que a do ano 2000, respectivamente (Figura 4). Nesse período, a área plantada de arroz reduziu 49,1% em Bagé passando de 20.349 ha em 2005 para 10.000 ha em 2015 e, aumentou 37,3% em Dom Pedrito

passando de 34.500 ha para 47.366 ha. Já a área plantada de milho reduziu 20% no município de Bagé (de 2.500 ha para 500 ha) e 17% em Dom Pedrito (2.100 ha para 358 ha).

Figura 4 - Evolução da área plantada com soja nos municípios de Aceguá, Bagé e Dom Pedrito.



Fonte: Produção Agrícola Municipal, IBGE. Org.: Capoane, V.

Tabela 1 - Número de cabeças de bovinos, ovinos e equinos em Aceguá, Bagé e Dom Pedrito.

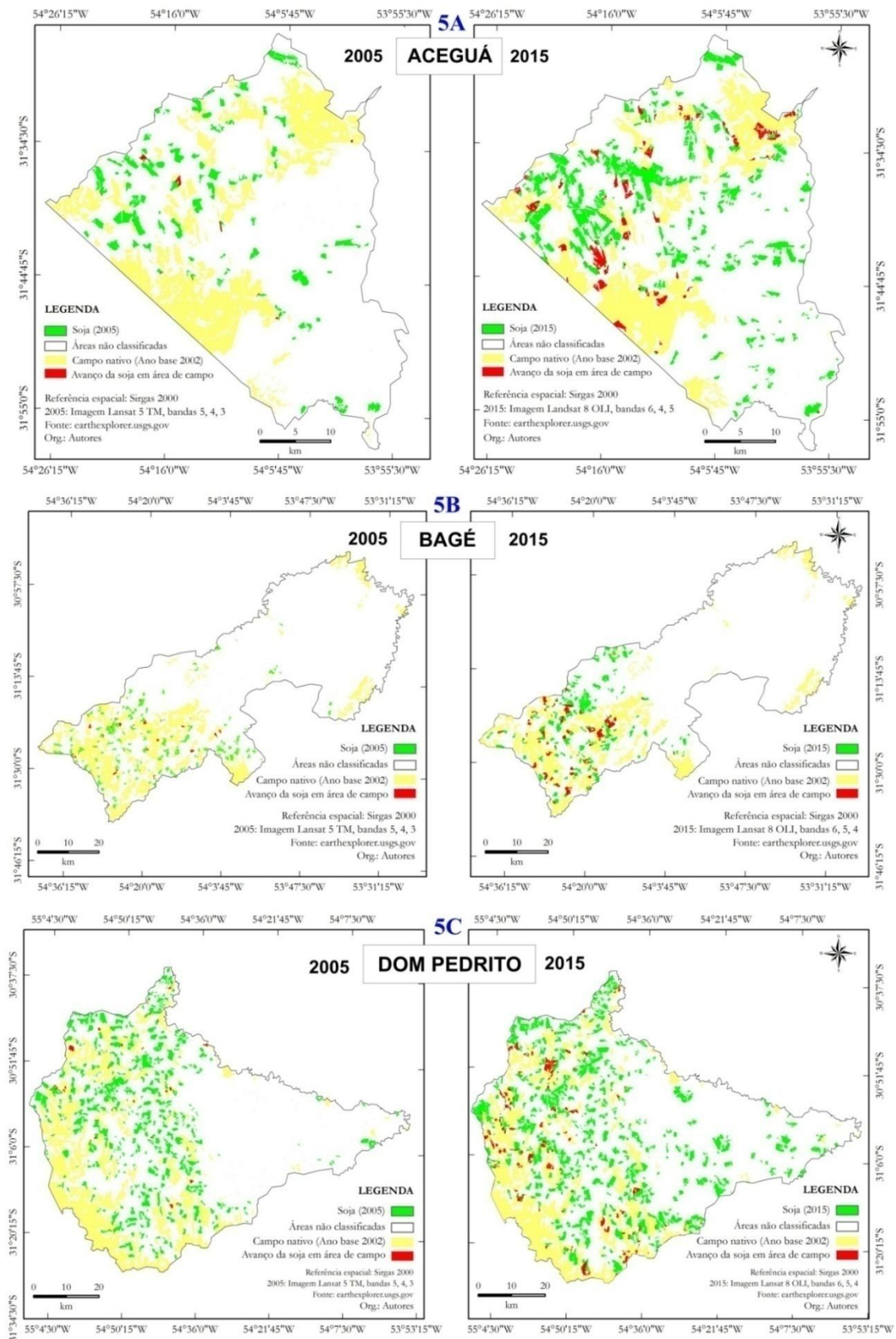
Município	Ano	Bovino	Ovino	Equino
Aceguá	2005	139.018	48.012	6.018
	2015	112.267	43.808	6.931
Bagé	1973	473.677	882.402	33.426
	2005	319.906	103.907	13.203
	2015	275.415	108.170	16.733
Dom Pedrito	1973	405.627	647.109	19.953
	2005	399.226	177.522	13.147
	2015	374.411	133.170	17.129

Fonte: Produção Pecuária Municipal, IBGE. Org.: Capoane, V.

O mapeamento da soja mostra que no município de Aceguá (Figura 5A) no ano 2005 as lavouras tinham maior expressão na região oeste e o avanço desta cultura sobre as áreas de campo era pequeno. Entre 2005 e 2015 a área plantada aumentou 1.150% e, aproximadamente 7,4% desse aumento deu-se em área de campo nativo.

Em Bagé (Figura 5B), as áreas cultivadas com soja concentram-se na região sudoeste do município. Assim como em Aceguá, o avanço da soja sobre as áreas de campo era pequeno em 2005. Em 2015 a área plantada aumentou 191,7% em relação a 2005 e aproximadamente 9,2% desse aumento deu-se em área de campo nativo.

Figura 5 - Avanço da soja sobre o campo nos anos 2005 e 2015 nos municípios de Aceguá, Bagé e Dom Pedrito.



Fonte: Earth Explorer - Imagens Landsat 8 e OLI, bandas 6, 5, 4. Org.: Autores.

Em Dom Pedrito (Figura 5C), as áreas cultivadas com soja concentravam-se na metade oeste do município em 2005 e o avanço da soja sobre as áreas de campo era pequeno. Em 2015 a área plantada aumentou 204% distribuindo-se em todo o município. O avanço da soja em área de campo nativo ocorreu em aproximadamente 8% da área mapeada.

Considerando o período entre o mapeamento (2005 a 2015), conforme dados da PAM/IBGE (Tabela 2), a área plantada de arroz aumentou 5,3% em Aceguá e 2,4% em Dom Pedrito, e reduziu 24,3% em Bagé. A área plantada com milho reduziu 50% em Aceguá e 47,6% em Bagé com aumento 2,3% em Dom Pedrito.

Tabela 2 - Área plantada (ha) de soja, arroz e milho nos municípios de Aceguá, Bagé e Dom Pedrito.

PAM	Soja		Arroz		Milho	
	2005	2015	2005	2015	2005	2015
Aceguá	2.000	25.000	9.500	10.000	1.000	500
Bagé	12.000	35.000	13.205	10.000	1.050	500
Dom Pedrito	25.000	76.000	46.250	47.366	350	358

Fonte: Produção Agrícola Municipal, IBGE. Org.: Capoane, V.

Conforme dados da PPM/IBGE, entre o período de mapeamento (2005 a 2015), no município de Aceguá o rebanho de bovinos reduziu 19,2% e o de ovinos 8,8%; em Bagé o rebanho de bovinos diminuiu 13,9% e o de ovinos teve um pequeno aumento de 4,1%; no município de Dom Pedrito os rebanhos de bovinos e ovinos diminuíram 6,2% e 25%, respectivamente (Tabela 1). A diminuição da pecuária ovina e bovina é reflexo do aumento da área plantada com soja, que tem maior e mais rápido retorno econômico.

O número de cabeças de equinos aumentou nos três municípios estudados, sendo 15,2% em Aceguá, 26,7% em Bagé e 30,3% em Dom Pedrito (Tabela 1). O aumento do número de equinos reflete uma tendência entre criadores da microrregião da Campanha Meridional que, conforme Alves e Bezzi (2016), tem aproximadamente 16 haras e 20 cabanhas. Para estas autoras, a criação de equinos nessa microrregião tende a aumentar nas cabanhas com cavalos crioulos, por possuir um bom valor comercial e por representar um excelente animal para as corridas e para a lida no campo.

Os resultados obtidos no presente trabalho mostram que o avanço das lavouras de soja tem ocorrido principalmente em áreas anteriormente cultivadas com milho e em áreas de pecuária, como mostram os números da área plantada e de bovinos e ovinos. A área plantada de soja deverá aumentar, avançando cada vez mais sobre os campos do bioma Pampa. A de milho, provavelmente se mantenha no atual patamar. A área plantada com arroz tende a se manter devido à sua limitação de cultivo em áreas de várzea.

CONCLUSÃO

No período de 2000 a 2015 a área plantada com soja aumentou 73,7%, a área plantada com arroz aumentou 18% e a área plantada com milho diminuiu 44% no Rio Grande do Sul. Grande parte do aumento da área plantada com soja ocorreu na metade Sul do Estado com o avanço sobre os campos do bioma Pampa e em áreas anteriormente cultivadas com milho. No Pampa a área plantada com soja aumentou 188,5% nesse período. Nos municípios de Aceguá, Bagé e Dom Pedrito, a área plantada com soja em 2015 foi 250, 52, 38 **vezes maior** do que a do ano 2000, respectivamente.

Através do mapeamento das lavouras de soja nos municípios de Aceguá, Bagé e Dom Pedrito para o ano 2005 e 2015, foi possível quantificar o avanço da soja sobre áreas de campo nativo. No município de Aceguá a área plantada com soja aumentou 1.150% e aproximadamente 7,4% desse aumento deu-se em área de campo nativo. Para Bagé, a área de soja aumentou 191,7% e ao redor de 9,2% desse aumento deu-se em área de campo nativo. Para Dom Pedrito a área plantada de soja aumentou 204% e em torno de 8% desse aumento deu-se em área de campo nativo.

A pesquisa dos dados do IBGE e a metodologia baseada em imagens de sensoriamento remoto indicaram a direção da expansão das lavouras de soja e confirmou a necessidade de manejo adequado e conservação dos remanescentes do bioma Pampa. A correta interpretação e aplicação das leis de proteção ambiental, o manejo adequado das atividades agropecuárias e, o estabelecimento de novas unidades de conservação, são ações que contribuirão para a manutenção das áreas de campo nativo remanescentes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e ao INPE pelas bolsas providas através do Programa de Capacitação Institucional (PCI) e aos Drs. Maria Silvia Pardi Lacruz, Maria Angélica Gonçalves Cardoso, Alberto Senra Gonçalves e Fernando Luiz Ferreira de Quadros pelas sugestões.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. L. P.; BEZZI, M. L. O desenvolvimento regional da microrregião geográfica da Campanha Meridional através da (re)organização do espaço rural. In: BEZZI, M. L.; NETO, H. B. (Org.). 1ed. São Leopoldo: **Geografia Agrária e transformações socioespaciais: Enfoques teóricos, regionais e locais**. OIKOS, 2016. v. 1, pp. 62-78.
- BOLDRINI, I. I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Eds.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2009. pp. 63-77.
- BRANCALION, P. H. S.; GARCIA, L. C.; LOYOLA, R.; RODRIGUES, R. R.; PILLAR, V. D.; LEWINSOHN, T. M. Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. **Natureza & Conservação**, v. 14S, p. e1-e16, 2016.
- CARVALHO, A. B. P.; OZORIO, C. P. Avaliação sobre os banhados do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 1, n. 2, p. 83-95, 2007.
- CONSULTORIA CÉLERES[®]. Disponível em: <<http://www.celeres.com.br/>>. Acesso em: 7 abr. 2017.
- DALE, V. H.; KLINE, K. L.; WRIGHT, L. L.; PERLACK, R. D.; DOWNING, M.; GRAHAM, R. L. Interactions among bioenergy feedstock choices, landscape dynamics, and land use. **Ecological Applications**, v. 21, p. 1039-1054, 2011.
- DILL, M. D.; EMVALOMATIS, G.; SAATKAMP, H.; ROSSI, J. A.; PEREIRA, G. R.; BARCELLOS, J. O. J. Factors affecting adoption of economic management practices in beef cattle production in Rio Grande do Sul state, Brazil. **Journal of Rural Studies**, v. 42, p. 21-28, 2015.
- DOBROVOLSKI, R. D. L.; MARCO JÚNIOR, P.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Agricultural Expansion Can Menace Brazilian Protected Areas During the 21st Century. **Natureza & Conservação**, v. 9, n. 2, p. 208-213, 2011.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **GLOBAL agriculture towards 2050**. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf>. Acesso em 8 mai. 2017.
- HASENACK, H.; WEBER, E.; BOLDRINI, I. I.; TREVISAN, R. **Mapa de sistemas ecológicos da ecorregião das savanas uruguaias em escala 1:500.000 ou superior e relatório técnico descrevendo insumos utilizados e metodologia**. UFRGS/Dept de Ecologia, The Nature Conservancy, Porto Alegre, 2010. 22 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=44>. Acesso em 7 abr. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8>. Acesso em 7 abr. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapa de biomas do Brasil: Primeira aproximação**. IBGE, Rio de Janeiro (1 p.). 2004.

KUPLICH, T. M.; COSTA, L. F. F.; CARDOSO, M. A. G. Avanço da soja no bioma Pampa em Aceguá, RS. In: I CONGRESSO INTERNACIONAL DO PAMPA/III SEMINÁRIO DA SUSTENTABILIDADE DA REGIÃO DA CAMPANHA. 1., 3., 2016, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2016. P. 1-10.

MACIEL, V. G.; ZORTEA, R.B.; GRILLO, I.B.; UGAYA, C.M.L.; EINLOFT, S.; SEFERIN, M. Greenhouse gases assessment of soybean cultivation steps in southern Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 131, p. 747–753, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **MMA divulga dados do monitoramento do desmatamento de três biomas**. 2014. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/informa/item/7455-mma-divulga-dados-do-monitoramento-do-desmatamento-de-tres-biomas>>. Acesso em 8 mai. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **PROBIO – Cobertura vegetal do Bioma Pampa, Relatório Técnico**. 2007. Disponível em <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/Publicacoes/Relatorios/2007/Relatorio_bioma_pampa.pdf>. Acesso em 5 jul. 2017.

99

NABINGER, C.; FERREIRA, E. T.; FREITAS, A. K.; CARVALHO, P. C. F.; SANT'ANNA, D. M. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Eds.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009, pp. 175-198.

OVERBECK, G. E.; VELEZ-MARTIN, E.; SCARANO, F. R.; LEWINSOHN, T. M.; FONSECA, C. R.; MEYER, S. T.; MUELLER, S. C.; CEOTTO, P.; DADALT, L.; DURIGAN, G.; GANADE, G.; GOSSNER, M. M.; GUADAGNIN, D. L.; LORENZEN, K.; JACOBI, C. M.; WEISSER, W. W.; PILLAR, V. D. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. **Diversity and Distributions**, v. 21, n.12, p. 1455-1460, 2015.

OVERBECK, G. E.; MÜLLER, S. C.; FIDELIS, A.; PFADENHAUER, J.; PILLAR, V. D.; BLANCO, C. C.; BOLDRINI, I. I.; BOTH, R.; FORNECK. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. **Plant Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 9, p. 101-116, 2007.

PALLARÉS, O. R.; BERRETTA, E. J.; MARASCHIN, G. E. The South American Campos ecosystem. In: SUTTIE, J.; REYNOLDS, S. G.; BATELLO, C. **Grasslands of the world**. FAO. p.

171-219. 2005. Disponível em <<http://www.fao.org/docrep/008/y8344e/y8344e0b.htm#bm11>>. Acesso em 8 mai. 2017.

PILLAR, V. D. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. **Campos Sulinos** - conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. 443 p.

PILON, M.; ZUGE, E.; FERREIRA, J. L. Avaliação de cultivares de soja semeadas com e sem microcamalhão em rotação com arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8. 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2013.

PIRES, J. L. F.; SOPRANO, E.; CASSOL, B. Adaptações morfofisiológicas da soja em solo inundado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 41-50, 2002.

ROSSATO, M. S. **Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**. 2011. 240 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SANTOS, J. S.; FONTANA, D. C.; SILVA, T. S. F.; RUDORFF, F. T. Identificação da dinâmica espaço-temporal para estimar área cultivada de soja a partir de imagens MODIS no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 54-63, 2014.

SILVEIRA, V. C. P.; GONZÁLEZ, J. A.; FONSECA, E. L. Land use changes after the period commodities rising price in the Rio Grande do Sul State, Brazil. **Ciência Rural**, v.47, n. 04, p. 1–7, 2017.