



Identificação de padrões de produção e intensificação tecnológica de municípios produtores de bovinos de corte no bioma Pampa

Vinicius do Nascimento Lampert¹, Maria do Carmo Ramos Fasiaben², Urbano Gomes Pinto de Abreu³, Elisa Kohler Osmari¹, Stanley Robson de Medeiros Oliveira², Maxwell Merçon Tezolin Barros Almeida^{4,5}, Octávio Costa de Oliveira^{4,5}, Helano Póvoas de Lima²

¹ Embrapa Pecuária Sul - CPPSUL, Bagé, RS, Brasil

² Embrapa Informática Agropecuária - CNPTIA, Campinas, SP, Brasil

³ Embrapa Pantanal - CPAP, Corumbá, MS, Brasil

⁴ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

{vinicius.lampert@embrapa.br, maria.fasiaben@embrapa.br, urbano.abreu@embrapa.br, elisa.osmari@embrapa.br, stanley.oliveira@embrapa.br, maxwell.almeida@ibge.gov.br, octavio.oliveira@ibge.gov.br, helano.lima@embrapa.br}

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi diferenciar e caracterizar a produção de bovinos de corte praticada nos municípios do bioma Pampa, segundo seus padrões de produção e intensificação tecnológica. Para tanto, empregaram-se análises de cluster e discriminante canônica. Foram selecionadas 24 variáveis oriundas de tabulações especiais de dados do Censo Agropecuário 2006, filtrados para estabelecimentos com bovinos de corte e agregados em 116 municípios do Pampa. As variáveis reuniram informações socioeconômicas e tecnológicas dos estabelecimentos, tais como uso da terra, tamanho do rebanho, área de pastagens (naturais e plantadas), taxa de lotação, manejo das pastagens, uso de insumos e participação dos bovinos de corte no valor da produção. As análises identificaram três grupos de municípios produtores de bovinos de corte no Pampa: terminação com silvicultura (TERMSILVI), tecnificado com agricultura (TECAGRI) e tradicional com ciclo completo (TRADICI). Conhecer essa diferenciação é importante para propor linhas de pesquisa, desenvolvimento, transferência de tecnologia e apoiar a formulação de políticas públicas apropriadas ao setor.

PALAVRAS-CHAVE: Tipologia, Clusterização, Sistemas de produção.

⁵ O IBGE está isento de qualquer responsabilidade pelas opiniões, informações, dados e conceitos emitidos neste artigo, que são de exclusiva responsabilidade do autor.

ABSTRACT

The objective of this work was to differentiate and characterize beef cattle production practiced in the municipalities of the Brazilian Pampa, according to their production patterns and technological intensification. Cluster analysis and canonical discriminant were used and twenty-four variables were selected from special tabulations of data from the Census of Agriculture 2006, filtered for agricultural holdings with beef cattle, in 116 municipalities of Pampa. The variables included socioeconomic and technological information of the holdings, such as land use, herd size, pasture area (natural and planted), stocking rate, pasture management, input use and beef cattle participation in production value. The analysis identified three groups of municipalities producing beef cattle in Pampa: finishing beef cattle with forestry (TERMSILVI), technified with agriculture (TECAGRI) and traditional with full cycle (TRADICI). Knowing this differentiation is important to propose lines of research, development, transfer of technology and support the formulation of appropriate public policies for the sector.

KEYWORDS: Typologies, Clustering, Production systems

INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção de gado de corte baseados em pastagens naturais têm sido a principal atividade econômica no bioma Pampa. A diversidade de espécies nativas caracteriza uma boa oferta de forragem na estação quente e reduzida oferta na estação fria. Segundo Boldrini (2008), em levantamentos botânicos realizados nessas pastagens, registraram-se 523 espécies de gramíneas e 250 espécies de leguminosas, a maioria delas perene e de crescimento estival. Entretanto, mudanças vêm sendo observadas em função da pressão por lucratividade, com o avanço da agricultura nas fronteiras agrícolas (OLIVEIRA et al., 2017).

Distinguir o perfil tecnológico de criação de bovinos de corte dominante de cada município é importante para aprimorar políticas públicas a fim de evitar riscos iminentes de degradação da biodiversidade. O objetivo da pesquisa foi realizar uma tipificação dos municípios com pecuária de corte do bioma Pampa a partir da identificação de padrões de produção e intensificação tecnológica com dados do Censo Agropecuário 2006, agregados por município a partir de estabelecimentos com mais de 50 bovinos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

A região analisada abrange o bioma Pampa brasileiro, subtropical, restrito a 63% do Rio Grande do Sul e a 2,07% do território nacional (Ministério do Meio Ambiente, 2019). Para

caracterizar a produção de bovinos de corte do Pampa - e diferenciar os sistemas de produção predominantes no bioma -, no presente trabalho foram empregadas informações do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2012), o último disponível com informações detalhadas em nível de estabelecimentos agropecuários. Vale destacar que, no âmbito da bovinocultura, o Censo Agropecuário 2006 teve como particularidade a aplicação de questionário detalhado apenas em estabelecimentos que tinham mais de 50 cabeças de bovinos na data de referência. Em estabelecimentos com 1 a 50 cabeças de bovinos não foi realizado esse nível de detalhamento da criação de bovinos (FASIABEN et al., 2013). Para atender ao presente trabalho, foi utilizada uma tabulação especial do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2012) com dados agregados por município de estabelecimentos agropecuários com mais de 50 cabeças de bovinos de corte. Por questão de sigilo estatístico, foram suprimidos os dados dos municípios com menos de três estabelecimentos.

O processo de extração dos padrões de desenvolvimento tecnológico da bovinocultura de corte do bioma Pampa foi realizado utilizando a técnica de análise de clusters, por meio do método de particionamento. A seleção de variáveis para a tipificação da produção de bovinos de corte desses municípios foi definida a partir de consultas a especialistas na área, conhecedores da região de estudo (Tabela 1). Para determinar o número de clusters, foram testados vários valores de k ($k = 2, \dots, 16$). Em seguida, para minimizar a subjetividade na escolha do valor de k , foi utilizado o método do cotovelo (Han et al, 2011). O algoritmo K-Means e o método do cotovelo foram implementados no ambiente RStudio.

Tabela 1: Variáveis selecionadas na identificação de padrões de desenvolvimento tecnológico dos sistemas de produção de pecuária de corte no bioma Pampa em escala municipal, 2006

Sigla	Descrição da variável
D_CRIA	Estabelecimentos que declararam fazer cria (%)
D_RECRIA	Estabelecimentos que declararam fazer recria (%)
D_ENGORDA	Estabelecimentos que declararam fazer engorda (%)
D_CRIA_RECRIA	Estabelecimentos que declararam fazer cria e recria (%)
D_CRIA_ENGORDA	Estabelecimentos que declararam fazer cria e engorda (%)
D_RECRIA_ENGORDA	Estabelecimentos que declararam fazer recria e engorda (%)
D_CRIA_RECRIA_ENG	Estabelecimentos que declararam fazer cria, recria, engorda (ciclo completo) (%)
PVACAS2ANOS	Total de vacas de 2 anos e mais/ total do rebanho bovino
TX_LOT_UA	Taxa de lotação - total de UA / área total de pastagens
RACAO	Porcentagem de estabelecimentos que fizeram suplementação com sal e ração ou somente ração (inclui ração, grãos, subprodutos agroindustriais)
ADUBPASTAGEM	Estabelecimentos que declaram adubar pastagem (%)
RECEBEORIENT	Estabelecimentos que declaram receber orientação técnica (%)
PCONFINADOS	Animais confinados / total de animais (nº de bovinos em 31.12.2006)
PVACASINSEM	Vacas inseminadas/ total de vacas
P_PAST	Área com pastagens / área explorada* com a produção

P_SILV	Área com silvicultura / área explorada* com a produção
PVTP_BOV	Valor da produção de bovinos / total do valor da produção
UA_BOV ⁶	Número total de unidades animais (UA)
PPASTNATURAL	Área de pastagem natural/ área de pastagem total
PPASTDEGRADADA	Área de pastagem plantada degradada/ área de pastagem plantada total
PMACHOS2MAIS	Total de machos de 2 anos ou mais/total de bovinos
PLAVPERM	Área de lavouras permanentes / área explorada com a produção
PLAVTEMP	Área de lavouras temporárias / área explorada com a produção
PFORRAGEIRA	Área com forrageiras para corte / área explorada com a produção

*Área total explorada com a produção corresponde ao somatório de área de lavouras permanentes; área de lavouras temporárias; área com forrageiras para corte; área com cultivo de flores, casa de vegetação e viveiro de mudas; área de pastagem natural; área de pastagem plantada degradada; área de pastagem plantada não-degradada; área de silvicultura; e área de sistemas agroflorestais (em hectares).

A análise de agrupamentos foi utilizada como suporte à MANOVA (do inglês *multivariate analysis of variance*) sobre esses 24 atributos da pecuária de corte de 2006 (IBGE, 2012). Onde a análise discriminante canônica (ADC) foi a técnica utilizada (PROVOST e FAWCETT, 2016), de modo a facilitar a distinção de padrões tecnológicos.

Além das variáveis que serviram para a classificação dos municípios nos clusters, outras variáveis foram obtidas a partir do Censo Agropecuário 2006. Elas foram extraídas diretamente do censo ou foram combinadas entre si gerando informações adicionais. Essas variáveis serviram para completar a caracterização do bioma com o objetivo de enriquecer a visão do sistema produtivo como um todo sem prejudicar o poder discriminatório pelo excesso de variáveis. Cabe destacar, que a aderência dos resultados à realidade foi analisada por especialistas do bioma Pampa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo contou com informações de 116 municípios, que agregaram informações de 19.240 estabelecimentos que declararam possuir mais de 50 cabeças de bovinos de corte representando 14,4% do total de 134.068 estabelecimentos agropecuários. Esta quantidade representa 8.256.387 hectares (66,6%) do total de 12.396.061 hectares ocupados pelo total de estabelecimentos agropecuários no bioma Pampa.

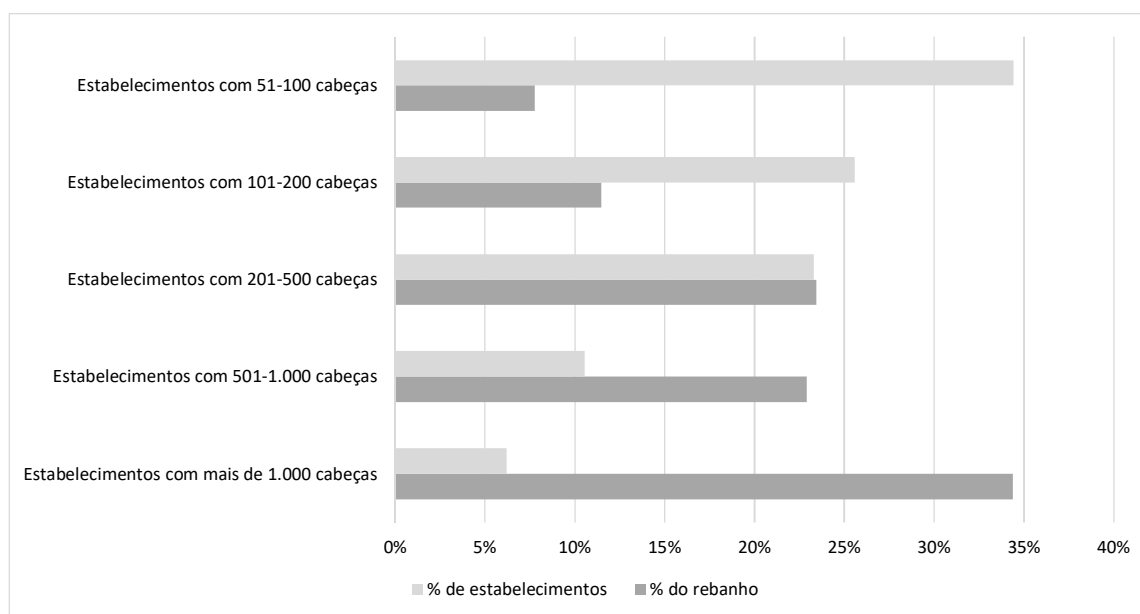
Destaca-se que os estabelecimentos com 51-100 cabeças representam 34,42% dessa população e detêm 7,77% do rebanho enquanto os estabelecimentos com mais de 1.000 cabeças representam 6,19% do total de propriedades, mas detêm 34,38% do rebanho de corte.

⁶ A informação sobre “Unidades Animais” não foi colhida no Censo Agropecuário 2006. Ela se baseia em cálculo, feito pelo IBGE, conforme metodologia estabelecida na INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 11, de 4 de abril de 2003 (BRASIL, 2003).

Este fato evidencia a maior concentração de estabelecimentos nas faixas com rebanhos menores (Figura 1).

A análise de agrupamentos não supervisionada permitiu a separação dos municípios produtores de bovinos de corte em três agrupamentos (clusters) distintos, que puderam ser diferenciados por seus perfis de produção e tecnológicos: terminação com silvicultura (TERMSILVI), tecnificado com agricultura (TECAGRI) e tradicional com ciclo completo (TRADICI).

Figura -1 Concentração e distribuição dos estabelecimentos por tamanho do rebanho no bioma Pampa



Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2012).

Verificou-se que no cluster TERMSILVI (25 municípios) encontram-se os municípios com predominância de sistemas de produção dedicados às fases de cria, recria e engorda individualizadas, comparativamente aos demais clusters (Tabela 2). Também em relação aos demais, esse cluster apresenta menor participação do sistema ciclo completo, de percentual de fêmeas no rebanho, além de maior participação de machos, em sistema de engorda ou terminação, com presença marcante de silvicultura e maiores áreas de matas e florestas naturais. É importante frisar que, embora o sistema de ciclo completo esteja presente em 29% dos estabelecimentos do cluster TERMSILVI (sistema de criação de maior ocorrência nesse cluster), ele é menos representativo comparativamente aos demais clusters. Exemplos de municípios representantes: Butiá, Charqueadas e Triunfo.

Tabela 2 – Informações gerais sobre perfis tecnológicos dos municípios e distribuição dos produtores de bovinos de corte do bioma Pampa por tipo de sistema de produção (dados agregados por município a partir de estabelecimentos com mais de 50 cabeças).

	CLUSTER TERMSILVI	CLUSTER TECAGRI	CLUSTER TRADICI	BIOMA PAMPA
Número de municípios	25	36	55	116
Área total dos estabelecimentos (ha)	168.397	1.125.956	6.962.034	8.256.387
Estabelecimentos com bovinos de corte	602	2.424	16.214	19.240
Animais em estabelecimentos (>50 bovinos de corte)	122.606	720.878	5.451.827	6.295.311
Número total de unidades animais (UA)	91.095	530.462	4.080.294	4.701.851
Valor da produção de bovinos / total do valor da produção *	17,8%	22,6%	43,8%	37,8%
Estabelecimentos que adubam as pastagens *	37,0%	37,8%	30,2%	31,4%
Estabelecimentos que recebem orientação técnica *	50,0%	61,8%	49,5%	51,1%
Bovinos confinados (%) *	3,7%	3,8%	1,2%	1,6%
Vacas inseminadas (%) *	12,3%	15,0%	12,7%	12,9%
Estabelecimentos que usam ração *	30,9%	29,1%	23,3%	24,3%
D_Cria***	16,3%	12,5%	14,5%	14,3%
D_Recria**	10,5%	3,8%	4,5%	4,6%
D_Engorda**	25,9%	22,6%	12,3%	14,0%
D_Cria_Recria***	6,0%	12,5%	20,9%	19,4%
D_Cria_Engorda	4,2%	6,0%	4,3%	4,5%
D_Recria_Engorda	8,1%	5,1%	3,9%	4,2%
D_Cria_Recria_Engorda***	29,1%	37,5%	39,5%	39,0%

* variáveis usadas no modelo; ** fases de produção significativas estatisticamente para distinguir os agrupamentos municipais do bioma

O cluster TECAGRI (36 municípios) foi assim denominado pela maior participação em lavouras, percentual de estabelecimentos com orientação técnica, percentual de animais confinados, maior taxa de lotação por hectare (Tabelas 3 e 4). Essas características revelam que este cluster apresenta uma melhor eficiência no uso do solo e manejo de pastagens. O cluster TECAGRI foi representado principalmente por municípios da divisa com a fronteira noroeste do Estado do bioma Mata Atlântica, próximos de locais tradicionais de lavoura temporária (soja, milho, trigo) como, por exemplo, Júlio de Castilhos, Tupanciretã e São Luiz Gonzaga, ou localizados nas denominadas terras baixas ou alagadas, tradicionais produtoras de arroz irrigado, que abrangem municípios como Camaquã e Palmares do Sul.

O cluster TRADICI (55 municípios) agrega 47% do total de municípios e 86% do total de animais, e, conseqüentemente, o maior uso da terra no bioma Pampa. Caracteriza-se por seu nível tecnológico mais extensivo a pasto, com menor uso de adubação, menor taxa de lotação por hectare e maior percentual de vacas de cria. Alguns exemplos de municípios desse sistema são Alegrete, Caçapava do Sul, Cacequi, Lavras do Sul, Pinheiro Machado, Sant'ana do Livramento e Quaraí.

Tabela 3 - Características do rebanho em municípios produtores de bovinos de corte do bioma Pampa (dados agregados a partir de estabelecimentos com mais de 50 cabeças).

	CLUSTER TERMSILVI	CLUSTER TECAGRI	CLUSTER TRADICI	BIOMA PAMPA
Tamanho médio dos estabelecimentos (ha)	280	465	429	429
Tamanho médio das pastagens (ha/estab.)	175	244	327	312
Tamanho médio do rebanho (cab)	204	297	336	327
Taxa de Lotação (UA/hectare)*	0,86	0,90	0,77	0,78
Peso médio dos animais (kg)	334	331	337	336
% Mortalidade 0-12 meses	4,0%	3,9%	3,0%	3,1%
% Mortalidade >=12 meses	3,7%	1,8%	1,2%	1,4%
Fêmeas 0-12 meses (%)	9,6%	10,3%	10,5%	10,4%
Machos 0-12 meses (%)	9,4%	10,4%	10,2%	10,2%
Fêmeas 13-24 meses (%)	14,6%	13,1%	12,5%	12,6%
Machos 13-24 meses (%)	13,9%	13,1%	11,0%	11,3%
Fêmeas >=24 meses (%)*	25,9%	35,3%	38,7%	38,1%
Machos >=24 meses (%)* - corte	21,8%	15,0%	14,8%	15,0%
Machos >=24 meses (%) - trabalho	0,9%	0,7%	0,3%	15,3%
Touros >= 24 meses (%)	3,8%	2,1%	1,9%	2,0%

* Variáveis usadas no modelo;

Tabela 4 - Uso do solo em municípios produtores de bovinos de corte do bioma Pampa (dados expressos em hectares, agregados a partir de estabelecimentos com mais de 50 cabeças).

		CLUSTER TERMSILVI	CLUSTER TECAGRI	CLUSTER TRADICI	BIOMA PAMPA
Lavouras Permanentes*	(1)	836 0,6%	2.996 0,3%	7.904 0,1%	11.736 0,2%
Lavouras Temporárias*	(2)	14.266 10,0%	344.176 34,3%	733.353 11,7%	1.091.796 14,7%
Forrageiras para corte*	(3)	5.781 4,0%	33.983 3,4%	101.467 1,6%	141.231 1,9%
Pastagem Natural**	(4)	86.379 60,3%	499.444 49,8%	4.797.359 76,6%	5.383.181 72,7%
Pastagem Plantada	(5)	19.164 13,4%	91.277 9,1%	504.272 8,1%	614.713 8,3%
Silvicultura*	(6)	14.592 10,2%	16.453 1,6%	50.218 0,8%	81.263 1,1%
Sistemas Agroflorestais	(7)	2.297 1,6%	14.194 1,4%	66.608 1,1%	83.099 1,1%
Total explorado na produção		143.315 100%	1.002.631 100%	6.261.782 100%	7.407.729 100%
Total de Lavouras ¹		20.883 12,4%	381.264 33,9%	843.326 12,1%	1.245.473 15,1%
Total de Pastagens ²		105.543 62,7%	590.721 52,5%	5.301.631 76,2%	5.997.894 72,6%
Matas e Florestas Plantadas ³		16.889 10,0%	30.647 2,7%	116.826 1,7%	164.361 2,0%
Matas e/ou Florestas Naturais	(8)	16.112 9,6%	61.576 5,5%	424.717 6,1%	502.406 6,1%
Outros	(9)	8.970 5,3%	61.748 5,5%	275.535 4,0%	346.252 4,2%
Total dos Estabelecimentos ⁴		168.397 100%	1.125.956 100%	6.962.034 100%	8.256.387 100%

* Variáveis usadas no modelo; ** TERMSILVI, TECAGRI e TRADICI apresentam 81,8%, 84,5% e 90,5% de área de pastagem natural em relação ao total de pastagens, respectivamente; ¹(1)+(2)+(3); ²(4)+(5); ³(6)+(7); ⁴(1)+(2)+(3)+(4)+(5)+(6)+(7)+(8)+(9)

As funções discriminantes canônicas foram estimadas por meio de combinações lineares das variáveis originais, e possuem a propriedade de maior poder discriminante, dentro do conjunto de variáveis agrupadas *a priori*. Ou seja, são as combinações lineares com maior

poder de separação dos grupos, ou de maneira equivalente as que fornecem o menor valor da probabilidade de significância (MINGOTI, 2007). Os coeficientes das duas primeiras discriminantes canônicas (Tabela 5) expressaram os valores de ponderação para cada variável dos municípios, e podem ser interpretados como o coeficiente de um modelo de regressão múltipla. Esses valores servem para identificar as variáveis que mais contribuem para discriminação entre os agrupamentos (CAMPOS et al., 2016).

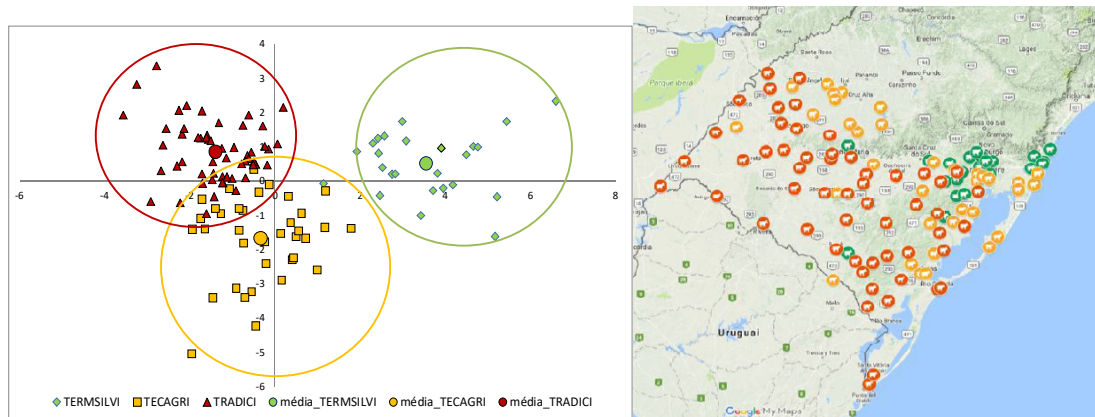
Tabela 5 - Procedimento de Análise Discriminante Canônica (ADC), ordenadas por ordem de importância

Variável	Canônica 1	Canônica 2
PVACAS2ANOS	-0,75	0,14
D_CRIA_RECRIA	-0,66	0,19
P_SILV	0,57	0,08
D_ENGORDA	0,50	-0,27
D_RECRIA	0,48	0,29
UA_BOV	-0,48	0,46
PMACHOS2MAIS	0,44	-0,03
PLAVPERM	0,36	-0,10
PPASTNATURAL	-0,35	0,37
PFORRAGEIRA	0,35	-0,14
D_CRIA_RECRIA_ENGORDA	-0,34	-0,01
PLAVTEMP	-0,24	-0,77
RACAO	0,22	-0,28
PVTP_BOV	0,22	0,62
PCONFINADOS	0,20	-0,36
ADUBPASTAGEM	0,13	-0,33
TX_LOT_UA	0,13	-0,29
RECEBEORIENT	-0,12	-0,46
D_CRIA	0,08	0,27

As distâncias espaciais de Mahalanobis, entre as médias canônicas dos três agrupamentos (*a priori* determinados) foram significativas ($p < 0,01$), o que nos permite inferir que os grupos possuem padrões tecnológicos diferentes.

A primeira função discriminante canônica, também chamada de primeira função discriminante linear de Fisher (FDLF), foi responsável pela explicação de 74% das variâncias das características significativas apresentadas, e a segunda função discriminante por 26%. Ocorreu maior dissimilaridade entre os grupos TERMSILVI e TRADICI, sendo intermediária entre os grupos TERMSILVI e TECAGRI. Os grupos TECAGRI e TRADICI foram mais próximos entre si. As duas primeiras combinações lineares canônicas foram utilizadas para estabelecer os eixos cartesianos apresentados na Figura 2.

Figura 2 - Gráfico bidimensional da análise discriminante canônica ($P < 0,01$, Distância de Mahalanobis) e localização espacial dos municípios, segundo os três perfis tecnológicos da pecuária de corte do bioma Pampa.



Fonte: elaborada pelos autores

A FDLF separou municípios com sistemas com presença de vacas (PVACAS2ANOS), sistemas de cria mais recria (D_CRIA_RECRIA) e números de unidades de bovinos (UA_BOV), pois apresentam coeficientes altos (com valores negativos). Em oposto, estão os municípios com sistemas com percentual da área com silvicultura em relação com a área explorada com qualquer atividade de produção (P_SILV), percentual de estabelecimentos que fizeram engorda (D_ENGORDA) e percentual de estabelecimentos que fizeram recria (D_RECRIA), que tiveram coeficientes mais altos, porém positivos. A segunda função discriminante canônica discriminou municípios com sistemas com maior percentual de lavoura temporária (PLAVTEMP) e os que recebem orientação técnica (RECEBEORIENT) com coeficientes negativos altos, em relação aos municípios com sistemas com percentuais de maior valor de produção com bovinos em relação ao valor da produção total (PVTP_BOV) e de unidades de bovinos (UA_BOV), variáveis com coeficientes positivos altos.

CONCLUSÕES

O uso sequencial dos métodos de agrupamento e discriminação canônica permitiu identificar três padrões de produção e intensificação tecnológica nos municípios produtores de bovinos de corte no bioma Pampa. As variáveis selecionadas foram adequadas para realizar essa distinção, considerando o uso de dados agregados por município a partir de estabelecimentos com mais de 50 bovinos de corte. Os resultados foram considerados aderentes à realidade da pecuária de corte regional. Embora os dados empregados no estudo datarem de 2006, último censo agropecuário com informações disponíveis no âmbito de estabelecimentos agropecuários, os resultados são relevantes, pois podem servir como uma referência importante para análises comparativas da dinâmica espacial da pecuária ao longo do tempo com os novos censos,

inclusive considerando a interação com outras atividades agropecuárias. Ressalta-se que esses estudos futuros estarão condicionados às variáveis presentes nos próximos censos realizados pelo IBGE. Espera-se, que com esses novos estudos, obtenha-se conhecimento novo e relevante para a pecuária capaz de contribuir com a conservação da biodiversidade no bioma Pampa.

REFERÊNCIAS

- BOLDRINI, I. I.; LONGHI-WAGNER, H. M.; BOECHAT, S. C. **Morfologia e taxonomia de gramíneas sul-rio-grandenses**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2008. 88 p.
- BRASIL. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 11, de 4 de abril de 2003, aprovada pela Resolução/CD nº 7/2003 - DOU 74, de 16/04/03 seção 1, p. 101 – B.S. 16, de 21/04/03.
- CAMPOS, K. A.; MORAIS, A. R. de; PAIXÃO, C. A. Alternative for the evaluation of coffee seedlings using Fisher's discriminant analysis. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 2, p. 299-306, 2016.
- FASIABEN, M.C.R.; SANTUCCI, J.M.; MAIA, A.G.; ALMEIDA, M.M.T.B.; OLIVEIRA, O.C.de; BARIONI, L.G. **Tipificação de municípios produtores de bovinos no Brasil**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2013. 38 p. (Embrapa Informática Agropecuária. Boletim de pesquisa, 33).
- HAN, J.; KAMBER, M.; PEI, J. **Data mining: concepts and techniques**. 3rd ed. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2011. 770 p.
- IBGE. **Censo agropecuário 2006**: Brasil, grandes regiões e unidades da federação: segunda apuração. Rio de Janeiro, 758 p, 2012. ISBN: 2408107300
- MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. 1º ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 297, 2007.
- Ministério do Meio Ambiente. **Pampa**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/pampa>>. Acesso em: 28 mar. 2019.
- OLIVEIRA, T. E.; FREITAS, D. S.; GIANEZINI, M. RUVIARO, C. F.; ZAGO, D.; MÉRCIO, T. Z.; DIAS, E. A.; LAMPERT, V. N.; BARCELLOS, J. O. J. Agricultural land use change in the Brazilian Pampa Biome: the reduction of natural grasslands. **Land Use Policy**, v. 63, p. 394-400, 2017.
- PROVOST, F; FAWCETT, T. **Data science para negócios: o que você precisa saber sobre mineração de dados e pensamento analítico de dados**. 1º ed. Rio de Janeiro: Editora Alta Books, p. 404, 2016.



APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE CLASSIFICAÇÃO EM IMAGEAMENTO AÉREO COM RPA PARA DETERMINAÇÃO DE CLASSES DE PRODUTIVIDADE DO TRIGO

RESUMO

A agricultura de precisão baseia-se na determinação de diferentes áreas de manejo, permitindo a redução de custos e de impactos ambientais. Uma das maneiras de avaliar tais áreas é pela produtividade, classificando-as em faixas de baixa, média e alta. Para determinar essas classes, ferramentas de sensoriamento remoto podem ser utilizadas, tais como, imageamento aéreo com satélites ou aviões. O presente trabalho apresenta uma alternativa acessível com a utilização de aeronaves remotamente pilotadas (RPAs) e técnicas de mineração de dados para determinar as classes de produtividade da cultura do trigo. Os experimentos foram realizados em julho de 2016, em uma área localizada em Pirai do Sul – PR, onde foi semeado trigo (cultivar Tbio Sinuelo). Foram realizados voos mensais com uma RPA modelo Ebee da Sensefly, com diferentes resoluções espaciais (3,4, 10 e 20 cm/pixel). Os mapas de refletância para cada mês foram gerados e submetidos a correção geométrica para extração dos dados. Com os dados mensais e a produtividade obtida por meio de coletas de campo, o balanceamento de classes e o algoritmo de Suport Vector Machine (SVM) pôde ser utilizado para classificação, obtendo altos índices kappa, a medida em que o grau de balanceamento é ajustado.

PALAVRAS-CHAVE: VANT, Agricultura de precisão, Sensoriamento remoto.

ABSTRACT