

Por que os bovinos protegem o Pantanal de incêndios – o “boi bombeiro” realmente funciona?



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Gado de Corte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 293

Por que os bovinos protegem o
Pantanal de incêndios – o “boi
bombeiro” realmente funciona?

*Luiz Orcirio Fialho de Oliveira
Urbano Gomes Pinto de Abreu*

Embrapa Gado de Corte
Campo Grande, MS
2021

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Gado de Corte
Av. Rádio Maia, 830, Zona Rural, Campo Grande, MS,
79106-550, Campo Grande, MS
Fone: (67) 3368 2000
Fax: (67) 3368 2150
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Gado de Corte

Presidente
Rodrigo Amorim Barbosa

Secretário-Executivo
Rodrigo Carvalho Alva

Membros
Alexandre Romeiro de Araújo, Davi José
Bungenstab, Fabiane Siqueira, Gilberto
Romeiro de Oliveira Menezes, Marcelo Castro
Pereira, Mariane de Mendonça Vilela, Marta
Pereira da Silva, Mateus Figueiredo Santos,
Vanessa Felipe de Souza

Supervisão editorial
Rodrigo Carvalho Alva

Revisão de texto
Rodrigo Carvalho Alva

Tratamento das ilustrações
Rodrigo Carvalho Alva

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Rodrigo Carvalho Alva

Foto da capa
Canva

1ª edição
Publicação digitalizada (2021)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Gado de Corte

Oliveira, Luiz Orcírio Fialho de.

Por que os bovinos protegem o Pantanal de incêndios – o “boi bombeiro” realmente funciona? / Luiz Orcírio Fialho de Oliveira, Urbano Gomes Pinto de Abreu. – Campo Grande, MS : Embrapa Gado de Corte, 2021.

PDF (37 p.) : il. color. – (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1983-974X ; 293).

1. Bovino. 2. Fogo. 3. Incêndio. 4. Precipitação pluvial. 5. Queimada. I. Abreu, Urbano Gomes Pinto de. II. Título. III. Série.

CDD 577.2

Autores

Luiz Orcirio Fialho de Oliveira

Engenheiro-Agrônomo, Médico-Veterinário, doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

Urbano Gomes Pinto de Abreu

Médico-Veterinário, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

Sumário

Introdução.....	6
O clima em 2020	10
O fogo no Pantanal.....	11
A naturalidade do fogo no Pantanal	13
Comportamento do rebanho bovino no Pantanal.....	16
Evidências das relações entre a redução do rebanho e o volume de chuvas com o número de focos de incêndios.....	18
Dieta dos bovinos no Pantanal.....	22
Como os bovinos reduzem a massa vegetal potencialmente incendiável ...	23
Queimadas controladas como prevenção de grandes incêndios.....	26
Contribuições ambientais dos bovinos	29
Considerações finais	33
Referências bibliográficas	33

Introdução

O Pantanal ocupa uma área de 138.183 km² (Silva & Abdon, 1998) e está localizado entre as latitudes 14° e 23° Sul e longitudes 55° e 60° Oeste (Assine, 2004). A planície pantaneira é um mosaico de paisagens, que varia em função das suas características de solo, clima e inundação. Dentre as inúmeras paisagens existentes no Pantanal, destacam-se as savanas gramíneo-lenhosas, ocupando aproximadamente 31% de seu território (Silva et al., 2000), compostas por inúmeras forrageiras nativas, principal ativo natural para a pecuária na região.

A pecuária de corte é a principal fonte econômica da região (Farias & Girard, 2019), gerando possivelmente mais de 90% (informação Sindicatos Rurais Regionais) da receita das propriedades. A pecuária convive de forma harmoniosa e sustentável há mais de 200 anos no Pantanal (Abreu et al., 2010) e ainda assim, é o bioma brasileiro mais conservado, com cerca de 84% do seu território ainda em condições naturais (Miranda, 2018). São os produtores rurais do Pantanal, que fortalecem a fixação do homem na região e, por conseguinte, seu desenvolvimento social e econômico. A presença dos serviços governamentais estão aquém da necessidade da população regional exigindo esforço conjuntos dos produtores e do governo para levarem saúde, educação, energia, casa e condições dignas aos moradores do Pantanal.

Levando-se em consideração a declividade (gradiente topográfico), a vegetação no Pantanal pode ser classificada em cinco principais fitofisionomias – cerrado, campo cerrado, campo limpo não inundável, campo limpo geralmente inundável e vazantes/baixadas (Figura 1). Forrageiras de melhor qualidade nutricional encontram-se nas áreas mais baixas e inundáveis, como nos campos limpos, nas vazantes e baixadas (Santos et al., 2012).

A proporção de presença de diferentes unidades em uma mesma propriedade rural permite maior ou menor intensidade de uso pecuário. Apesar dos campos inundáveis e áreas mais baixas/úmidas apresentarem forrageiras mais nutritivas, em períodos de cheias e fortes inundações, tornam-se inacessíveis e os animais necessitam das áreas mais elevadas do terreno contendo forrageiras menos nutritivas. Nesse sentido, convencionou-se de forma tradicional que os limites de uso das fazendas podem ser observados nos períodos de cheias. Por outro lado, ao interpretar a dinâmica da natureza e a importância da relação com os bovinos, conclui-se que as mesmas fazem com que os



Figura 1. Paisagens do Pantanal – campos, vazantes, cordilheiras, capões presentes em uma fazenda pantaneira – Corumbá/MS. Cedida por Luiz Orcirio F. Oliveira e Urbano Gomes P. Abreu.

animais reduzam o volume de massa menos preferida e de menor valor nutricional presentes nas partes altas.

O ano de 2020 foi marcado pelo recorde de focos de queimadas na região, conforme dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) – Figura 2. As razões para tanto são múltiplas, pois uma série de fatores e eventos favoreceram tal fato.

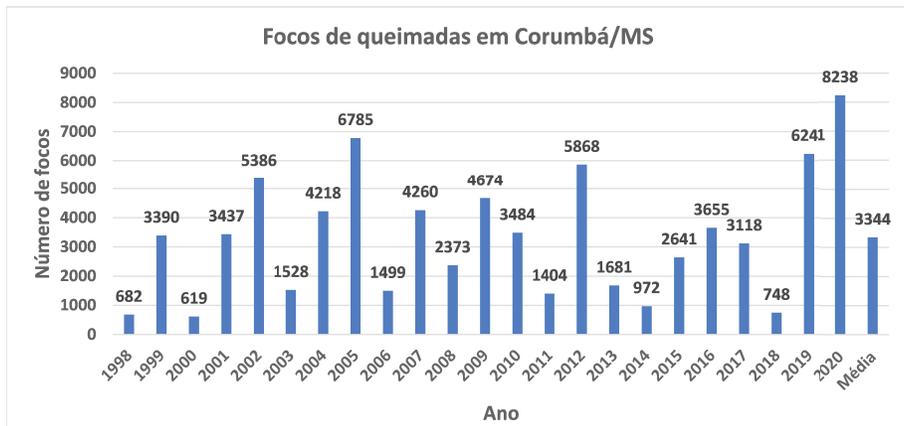


Figura 2. Focos de incêndios no município de Corumbá/MS – dados INPE <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/> adaptado pelos autores.

Inúmeras causas podem dar início a um foco de queimada – raios, aquecimento provocado pela concentração de luz por vidros, pela concentração de calor por materiais metálicos, combustão natural em ambientes de elevada emissão de metano, por faíscas de veículos e máquinas, e pelo homem como por “bitucas” de cigarro, por carvão originados de fogueiras, fogões e churrasqueiras, e por queima de lixo e também, para limpeza de campos e pastagens, podem ser citados como os principais.

Os prejuízos provocados pelos recentes incêndios foram enormes, tanto no que se refere aos aspectos ambientais quanto às perdas econômicas. Entretanto observou-se extremo interesse da imprensa na busca de respostas, não deixando clara sua intenção, levantando conflitos ideológicos e causando uma crise sem precedentes entre produtores rurais, ambientalistas, entidades de classe, imprensa, organizações não governamentais, governos federal, estadual e municipal, órgãos de estado, outros órgãos públicos, entre outros.

Podem ser consideradas dúbias as afirmativas de que o maior causador de incêndios no Pantanal é o homem em processo de limpeza de pasto – pois não há comprovações técnicas nesse sentido. Tais afirmativas atribuem a culpa a toda uma classe de cidadãos – produtores rurais, proprietários de terra, trabalhadores rurais, etc. cumpridores na sua grande maioria de suas obrigações junto ao Estado, perante as legislações ambientais e geralmente os que mais combatem o fogo neste período (Figuras 3 e 4). Vale inclusive salientar que a ocorrência de incêndios nas planícies de pastagens (nativas e cultivadas) do Pantanal, maximiza a probabilidade de inviabilizar economicamente a produção pecuária nas regiões atingidas pelo incêndio.

Pretende-se, portanto, neste documento demonstrar a importância dos bovinos para a minimização dos riscos das queimadas no Pantanal, evidenciando as relações entre a intensidade de focos de incêndio e os aspectos climáticos, a complexidade e estratégias de enfrentamento dos incêndios.



Figura 3. Combate de incêndio no Pantanal por produtores rurais utilizando tanque pipa. Imagem cedida pela Fazenda São Bento do Abobral – Corumbá/MS.



Figura 4. Incêndio no Pantanal de Mato Grosso do Sul na região do Rio Abobral. Imagem cedida pela Fazenda São Bento do Abobral – Corumbá/MS.

O clima em 2020

Conforme apresentado na Figura 1, no ano de 2020 foram identificados 8.238 focos de incêndios no município de Corumbá/MS, um número 2,46 vezes maior, que a média histórica de 3.344 focos anuais. Pesquisadores trabalham no sentido de encontrar as causas e suas interações, que levaram a essa tragédia sem ainda resposta clara (Damasceno-Junior *et al.*, 2021). É possível ter havido uma conjuntura de fatores favoráveis aos incêndios como – redução do índice pluviométrico em relação a anos anteriores, temperaturas mais elevadas, umidade do ar mais baixas, volumes de massa seca (combustível) maiores, redução dos rebanhos, entre outros.

Dados históricos sobre precipitação, coletados nas estações meteorológicas de Corumbá – A 724 (Latitude: -18.99667, Longitude: -57.6375, Altitude: 111.73 m) e Nhumirim – A 717 (Latitude: -18.9886111, Longitude:

-56.62277777, Altitude: 102.26 m) entre os anos de 2011 e 2020, de forma geral, mostram claramente a atipicidade do clima em 2020 (Figura 5).

Além do baixo volume de chuvas em 2020, o gráfico mostra também valores de chuva acima da média nos anos anteriores de 2016, 2017 e 2018 (Figura 5), o que pode ter propiciado o aumento da produção e acúmulo de material vegetal.

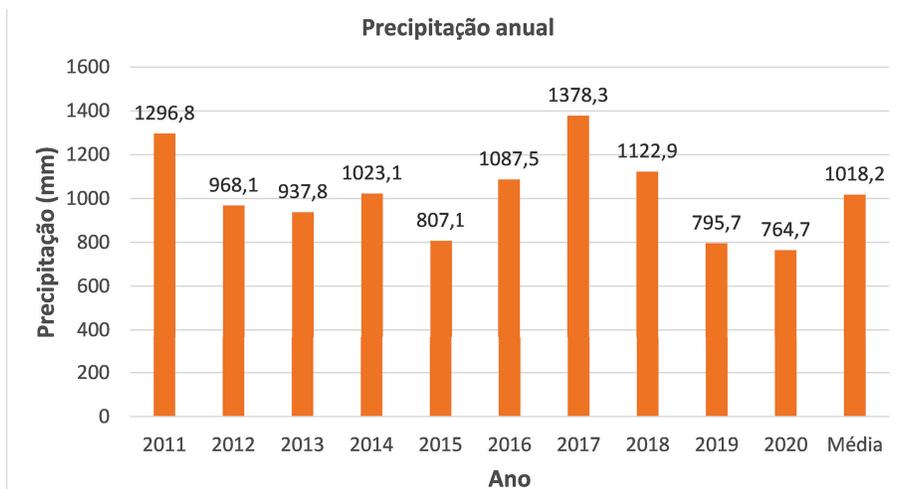


Figura 5. Médias anuais ajustadas de precipitação (mm de chuvas) entre os anos de 2011 à 2020, das estações climáticas do Pantanal – a partir dos dados Sisdagro/INMET <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/climatologia/bhclimatologicomensal/index>. Acesso em 31 de janeiro, 2021. Adaptado pelos autores.

O fogo no Pantanal

A baixa umidade do ar em razão da pouca intensidade de chuvas (Figura 6) é relativamente normal no chamado “período de seca” no Pantanal, o que provoca o aumento de focos de queimadas (Figura 7).

Entretanto o que chamou a atenção foi que em 2020 houve aumento acentuado do número de incêndios. Ao olharmos a série histórica de precipitação nos meses de seca (Figura 7) é possível notar que de 2011 até o ano de 2020, apenas os últimos dois (2019 e 2020) tiveram volumes de chuvas para o período abaixo de 300 mm – fato que pode ter contribuído com o excessivo número de focos de incêndios.

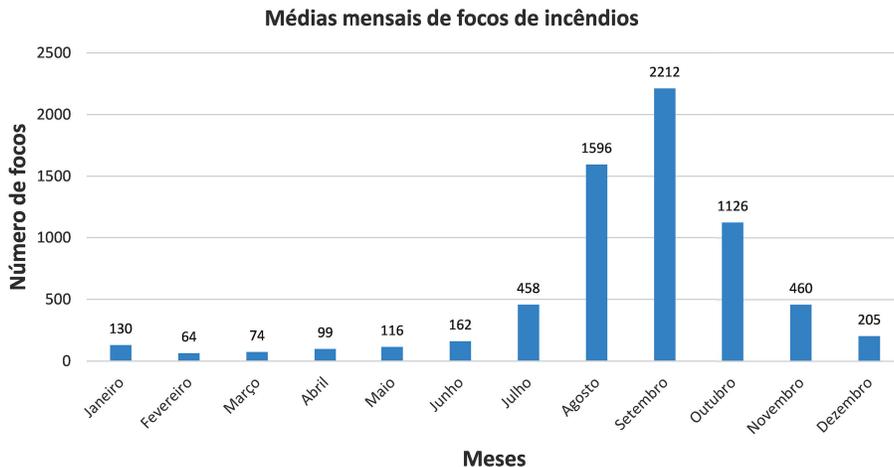


Figura 6. Médias históricas mensais (1998 – 2020) de focos de queimadas no Pantanal – dados INPE http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_estados/ adaptado pelos autores.

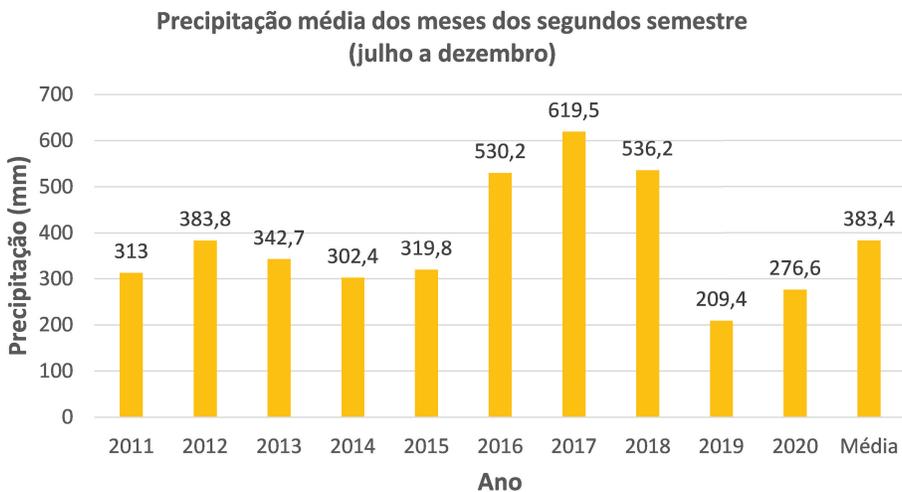


Figura 7. Médias ajustadas de precipitação (mm de chuvas) dos segundos semestres entre os anos de 2011 à 2020, das estações climáticas do Pantanal – a partir dos dados Sisdagro/INMET <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/climatologia/bhclimatologicomensal/index>. Acesso em 31 de janeiro, 2021. Adaptado pelos autores.

A naturalidade do fogo no Pantanal

Para o início de uma queimada no Pantanal é necessário a presença de focos de calor, baixa umidade e material forrageiro para combustão. Quando esses fatores se associam aos ventos e acúmulo elevado de massa seca, as queimadas podem perder o controle, transformando-se em grandes incêndios, como vistos em 2020. A baixa umidade e a elevada temperatura (Figura 9) leva à um déficit hídrico ao solo (Figura 10), causando a “murcha” e a secura das plantas (Figura 8).



Figura 8. Campo nativo em período de seca com forrageiras não consumidas (capim vermelho, rabo de burro) com elevado potencial para combustão. Cedido por Luiz Orcirio Fialho de Oliveira.

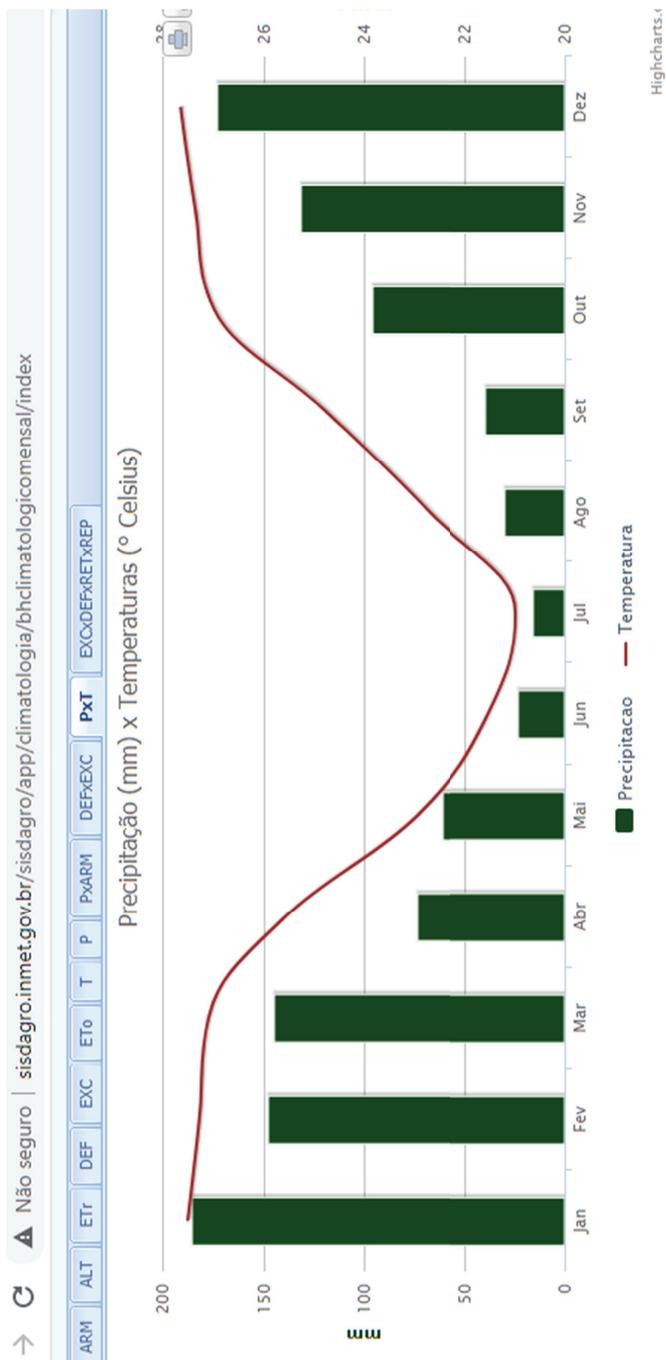


Figura 9. Médias mensais de precipitação e temperatura no Pantanal – dados Sisdagro/INMET <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/climatologia/bhclimatologicomensal/index>. Acesso em 31 de janeiro, 2021.

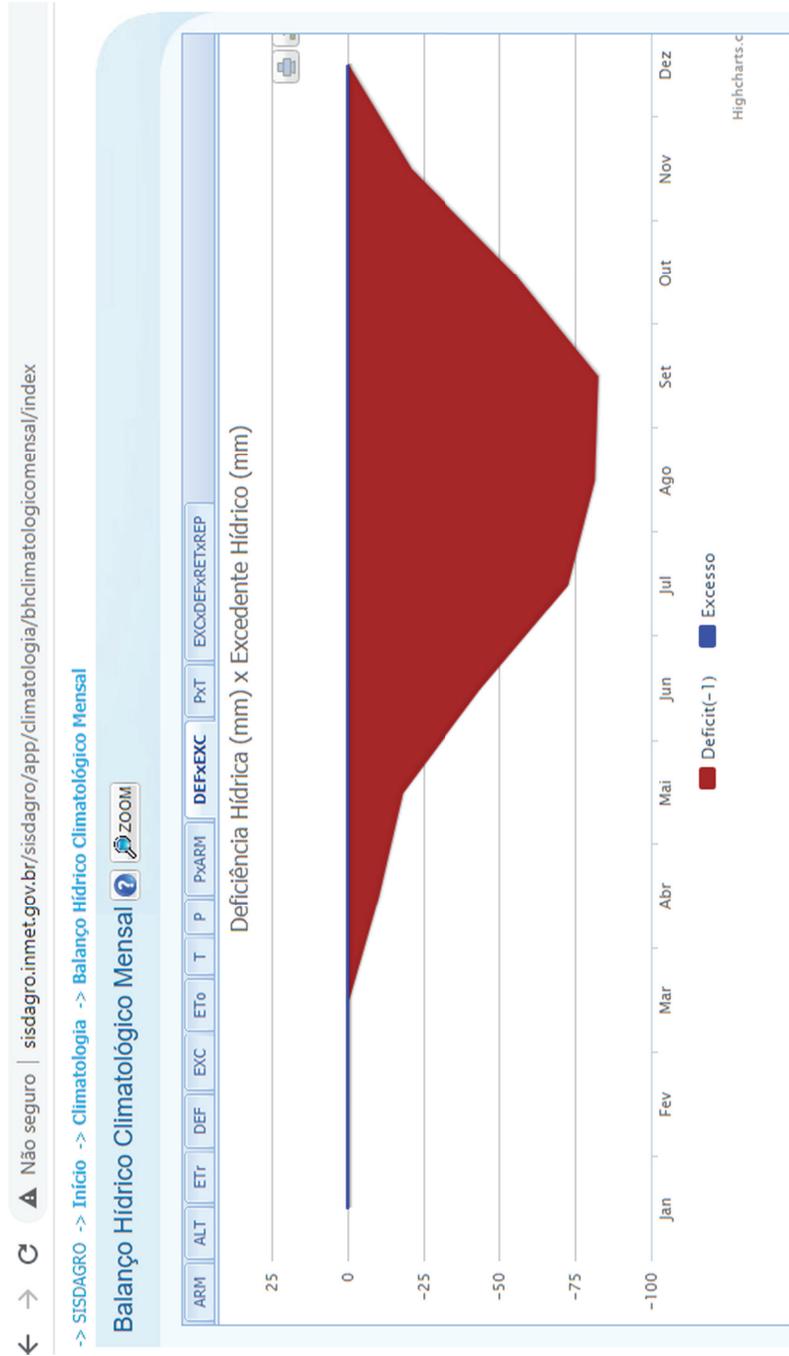


Figura 10. Médias mensais do balanço hídrico no Pantanal – dados Sisdagro/INMET <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/climatologia/bhclimatologicomensal/index>. Acesso em 31 de janeiro, 2021.

Comportamento do rebanho bovino no Pantanal

A principal fonte de receita dos produtores rurais do Pantanal é a venda dos bezerros. Observou-se baixos valores para os bezerros (Indicador do Bezerro ESALQ / BM&FBOVESPA - Mato Grosso do Sul) no mercado de Campo Grande – MS, que se refletiu no preço do bezerro do Pantanal, especialmente no período de 04/16 a 08/19, levando a descapitalização dos produtores e consequente aumento na venda de matrizes, com efeito direto na redução dos rebanhos conforme descrição adiante (Figura 11). Desta forma aspectos climáticos, ambientais, e econômicos podem ter se associado, levando ao possível acúmulo e acima da normalidade de massa seca vegetal.

Os bovinos do Pantanal são manejados e submetidos a constantes movimentações (Araújo *et al.*, 2018). Esse processo é necessário e extremamente comum na região, pois os produtores para preservarem seus rebanhos pre-

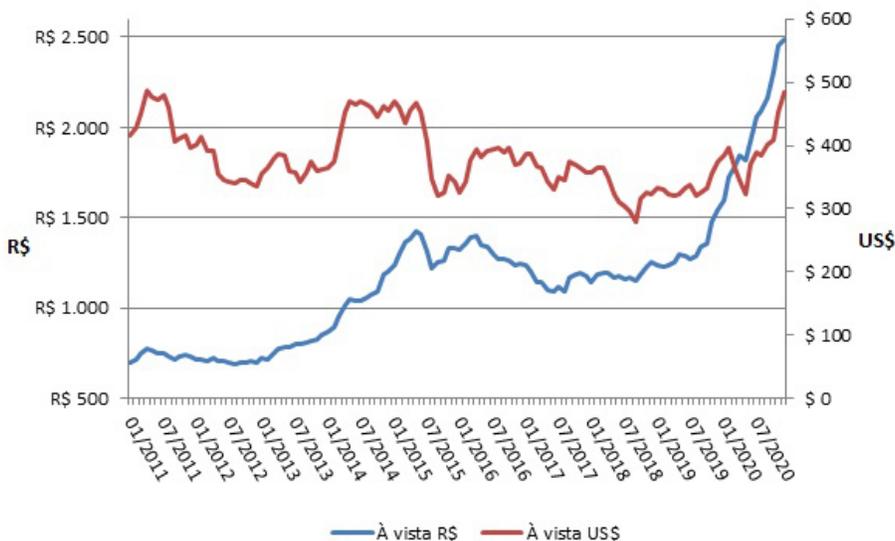


Figura 11. Indicador do Bezerro ESALQ / BM&FBOVESPA - Mato Grosso do Sul, em reais e dólares pagamento à vista, no período de 2011 a 2020.

cisam eventualmente retirá-los e/ou reduzi-los em conformidade com o nível das cheias. Assim, em anos de enchentes severas, os animais são retirados e retornam gradativamente após as águas terem baixado. Ocorre que nos anos de 2016 a 2018, diversas regiões do Pantanal sofreram enchente rigorosa, com a presença significativa de lâminas de água por tempo maior que o comum, levando à retirada de rebanhos e atraso em seu retorno – o que pode ter sido um dos fatores que colaboraram para o alto índice de incêndios ocorridos.

Cerca de 1/3 da área dos municípios da região pantaneira não está efetivamente no Pantanal. Da totalidade das áreas dos municípios pantaneiros, 67% encontram-se na planície pantaneira (i.e., o Pantanal propriamente dito) e 33% fora desta planície, ou seja, no planalto que a circunda (Silva & Abdon, 1998). Ressaltam-se ainda as grandes diferenças das participações das áreas de planície e planalto entre os municípios. Por exemplo, os municípios de Barão de Melgaço e Corumbá apresentam mais de 95% da sua área na planície. Por outro lado menos de 18% em Lambari do Oeste e Ladário – razão pela qual políticas públicas requerem olhar específico no que se refere às questões socioeconômicas.

As estatísticas referentes ao número de bovinos efetivamente apascentados na planície pantaneira ainda necessitam de refinamentos, já que os dados comumente apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) consideram o total por município – ou seja, não distingue as quantidades de animais na planície ou na serra (planalto) em um mesmo município. A partir dos dados do censo municipal de 2013, Oliveira *et al.* (2016) aplicaram modelos matemáticos de ajustes a fim de estimar a população de bovinos presentes na planície ou no planalto (parte alta) e observaram que de uma população de 7.589.142 reses bovinas nos 17 municípios pantaneiros (7 em MT e 9 em MS), 3.856.634 encontravam-se na planície, ou seja, aproximadamente 50,8% dos rebanhos municipais.

Entretanto, tanto os municípios de Corumbá - MS, quanto de Barão de Melgaço em MT possuem mais de 95% do seu território na planície pantaneira, o que torna mais clara a análise da relação entre a redução do rebanho x clima x focos de incêndios.

Evidências das relações entre a redução do rebanho e o volume de chuvas com o número de focos de incêndios.

Analizamos empiricamente o impacto da variação do efetivo bovino do município de Corumbá, por meio de médias móveis com n anos anteriores em relação ao número de focos de calor ao longo do período, semelhante à técnica de série temporal. No sentido de utilizar a técnica de *Storytelling*, que é direcionada para dados que são transformados em informações disponíveis como numa história (Knaflig, 2019). Foi observado que o efeito do efetivo bovino foi grande no ano anterior no qual observamos os focos de calor. Conforme pode ser visto na Figura 12. Ou seja, em Corumbá, no ano em que ocorre diminuição do efetivo bovino (EB) municipal, aumenta no ano seguinte número de focos de calor (FC). Empiricamente o menor apascentamento que contribui para diminuir a massa vegetal do município quando não é realizada, direciona para uma maior probabilidade de incêndios no ano seguinte. Entretanto há necessidade de entender com mais profundidade as questões econômicas envolvidas no processo.

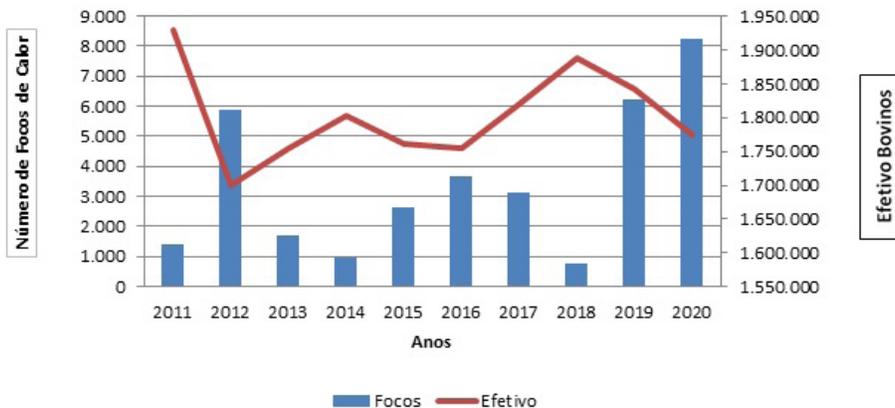


Figura 12. Comportamento do número de focos de calor e efetivo de bovinos, entre os anos de 2011 à 2020, das estações climáticas do Pantanal – a partir dos dados Sisdagro/INMET <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/climatologia/bhclimatologia-comensal/index>.

Com objetivo de avaliar preliminarmente as diferentes variáveis, considerando suas (co)variações, que contribuíram para a situação observada em 2020 (Damasceno-Júnior et al., 2021). Os dados do tamanho efetivo de bovinos (EB), do total de chuvas no ano - (TC em mm), do total de chuvas no período seco (meses de maio a outubro, no período amostrado TS em mm) e do total de focos de calor (FC), no município de Corumbá. Foram organizados por anos, no período de 2011 a 2020. Os dados secundários oriundos de diversas fontes (INEMET, IBGE, etc.) foram tratados por meio de estatísticas descritivas, e sua consistência interna verificada pelo método de Alfa de Cronbach (Matthiensen, 2011).

Os dados então foram submetidos a análise exploratórias de componentes principais (CPs), técnica multivariada que direciona o entendimento das inter-relações entre as variáveis, e assim permite a interpretação dos dados de maneira conjunta, em dimensões inerentes comuns. O objetivo é encontrar um meio de realizar síntese da informação contida em várias variáveis originais, em um conjunto menor de variáveis estatísticas (os CPs) com uma perda mínima de informação (Hair *et. al.*, 2009).

As variáveis FC, EB, TC e TS foram utilizadas na análise. O método de componentes principais utilizando a matriz de correlação, para evitar distorções, pois a técnica não é invariante a escala, para a estimativas dos CPs foi utilizada. E três CPs foram retidos na análise, o que representou 89% da variância, considerado suficiente em termos de variância total explicada. As correlações das variáveis com os CPs auxiliam na interpretação dos resultados (Hair *et. al.*, 2009), sendo apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Correlações de variáveis com os três primeiros Componentes Principais (CPs).

Variável	CP_1	CP_2	CP_3
FC	-0,82 (p<0,01)	-0,01 NS	0,56 NS
EB	0,69 (p<0,05)	-0,57 NS	0,32 NS
TC	0,85 (p<0,01)	-0,01 NS	0,14 NS
TS	0,48 NS	0,82 (p<0,01)	0,23 NS

FC focos de calor, EB efetivo de bovinos, TC total de chuvas no ano, TS total de chuvas no período seco.

Observamos no CP_1 (que explica 52% da variância total) as correlações altas e positivas com as variáveis EB e TC, e o efeito diametralmente oposto em relação ao FC (correlação alta e negativa) com o CP_1. O que nos permite sugerir que o aumento do TC e do EB, no município de Corumbá, possui efeito contrário em relação ao efeito dos FC. Ou seja o aumento do efetivo bovinos no ano anterior diminui a ocorrência de focos de calor no ano seguinte. Além dos anos mais úmidos também contribuírem para a diminuição dos focos, como esperado.

A análise das correlações do CP_2 (que explicou 25% da variância) com as variáveis TS e EB mostraram correlações de sinais invertidos. Porém a correlação da variável EB não foi significativa com o componente. As variáveis TS e FC dominam, respectivamente, as CP_2 e CP_3. Ou seja, as variáveis citadas são as principais contribuintes para os componentes. Na Tabela 2, observamos os anos com maior tendência a dominarem os CPs.

Com a ponderação das variáveis observadas pelos coeficientes estimados nos três CPs tornou possível a classificação dos anos, por seus escores (Tabela 2). Observamos em relação ao CP_1 entre anos em que ocorreram as (co)variações entre poucas chuvas, efetivo de bovinos menores e número de focos de calor maiores (2020, 2019 e 2012) com valores negativos, em oposto ao ocorrido nos anos de 2011, 2014 e 2018, com valores positi-

Tabela 2. Correlações de variáveis com os três primeiros Componentes Principais (CPs).

Variável	CP_1	CP_2	CP_3
1° (menor valor)	2020 (-3.268,98)	2019 (-1.049,54)	2018 (1.759,76)
2°	2019 (-2.123,57)	2011 (-993,28)	2014 (1.987,68)
3°	2012 (-1.855,33)	2020 (-969,95)	2011 (2.330,26)
4°	2016 (-512,89)	2015 (-947,60)	2013 (2.396,20)
5°	2015 (-129,01)	2018 (-930,47)	2015 (3.123,48)
6°	2017 (37,00)	2012 (-905,81)	2017 (3.723,34)
7°	2013 (500,80)	2016 (-902,82)	2016 (4.015,95)
8°	2011 (951,84)	2013 (-893,52)	2012 (5.735,26)
9°	2014 (1.090,59)	2017 (-823,47)	2019 (6.036,64)
10° (maior valor)	2018 (1.208,52)	2014 (-618,56)	2020 (7.625,91)

vos. No CP_2 (todos anos com valores negativos), no qual observamos que os anos de 2017 e 2014 foram os anos com maior somatório de mm de chuvas, nos meses de maio a outubro (chuvas na seca), variável que domina o CP_2. Os anos de 2012, 2019 e 2020 dominam o CP_3 (todos com valores positivos), provavelmente em função do maior número de focos de calor.

Com os resultados dos três componentes principais, foi realizada análise de cluster, por meio do método de Ward, sendo proposto três agrupamentos de anos. Conforme observado na Figura 13.

Os anos de 2019 e 2020 formaram um agrupamento, provavelmente em função das poucas chuvas, além da diminuição do efetivo bovino e aumento dos focos de calor. A combinação destas variáveis tornou estes anos particularmente diferentes relação aos outros dois agrupamentos. Situação que levou a situações extremas relatadas por Damasceno-Júnior et al. (2021). Os outros dois agrupamentos podem ser considerados respectivamente com anos de menor presença de focos de calor (2014, 2017, 2018 e 2011). E com média presença de focos (2012, 2016, 2015 e 2013).

Vale ressaltar que as técnicas multivariadas são exploratórias e preliminares. Pretende-se modelar a questão com maior volume de dados, e com variáveis econômicas, por meio de métodos confirmatórios, como por exemplo Sistema de Equações Estruturais (SEM).

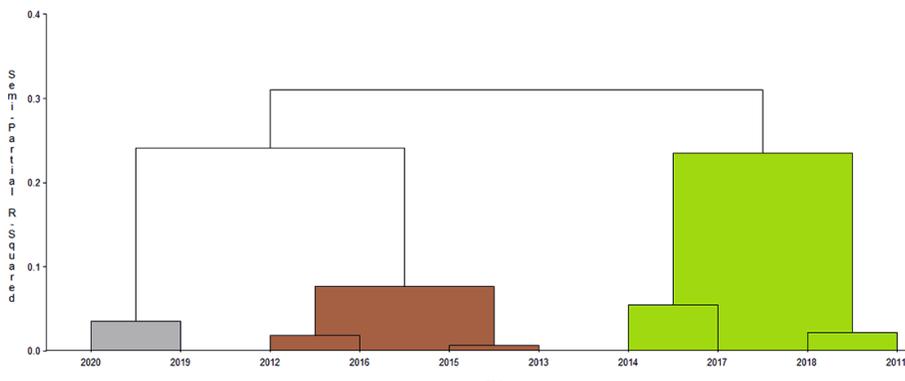


Figura 13. Análise de cluster por meio do método de Ward dos resultados de três agrupamentos de anos, dos três componentes principais.

Dieta dos bovinos no Pantanal

A conta é simples – o consumo de material vegetal por herbívoros reduz a massa disponível, enquanto o material não consumido permanece no ambiente para ser degradado – ou pela decomposição ou eventualmente pelas queimadas. Os bovinos por serem classificados como grandes herbívoros apresentam excelente capacidade de consumo e por isso tornam-se extremamente úteis para o equilíbrio desta relação.

Observe que as forragens podem não serem consumidas, pelas questões naturais de defesa já explicadas, ou mesmo, quando consideradas do grupo preferidas, passarem do seu ponto ótimo de consumo (envelhecimento natural) – processo esse que também pode ser trabalhado por meio das queimadas controladas.

Com o objetivo de avaliar a composição química e a digestibilidade da dieta de vacas de cria no Pantanal, Santos (2001) conduziu um estudo em uma área de 151 hectares de pastagens nativas na sub-região da Nhecolândia, submetidas à um manejo em pastejo contínuo, com 46 vacas de cria Nelore, ou seja, a uma oferta em área de 3,3 hectares por vaca, intensidade de uso aproximado da média convencional na região.

Estimou-se a composição da dieta por meio de análise micro histológica de partículas dos alimentos presentes nas fezes. A qualidade da dieta foi determinada pela análise química e digestibilidade das partes consumidas das forragens conforme equação de ajuste para a participação do consumo de cada uma destas. Para o estudo foram coletadas amostras de 120 espécies vegetais (folhas) para os testes de análises micro-histológica nas fezes, sendo que 83 destas foram verificadas como presentes em diversas proporções nas fezes (Santos, 2001).

Concluiu-se que das 286 espécies presentes, 9 foram identificadas como representantes de cerca de 70% da composição em peso seco da dieta. As espécies *Axonopus purpusii* (mimoso), *Mesosetum chaseae* (grama do cerrado) *Andropogon hypogynus* (capim vermelho), presentes nas cotas mais elevadas do meso relevo tiveram participação mais expressiva e menos variável. A qualidade da dieta selecionada por bovinos foi influenciada precipitação anual, em razão da variação do acúmulo de água nas unidades de paisagem mais baixas, onde ocorrem as espécies forrageiras hidrófilas e/ou C3, geral-

mente de melhor qualidade, tais como *Hymenachne amplexicaulis* (capim de capivara) e *Panicum laxum* (grama do carandazal). Observou-se também que os animais aumentam o consumo ficando mais tempo pastando nos sítios de pastejo com maior presença de espécies preferidas, que apresentam níveis mais elevados de proteína bruta e níveis mais baixos de fibra (Santos, 2001).

Além disso, observou-se que esteve presente na dieta espécies herbáceas pertencentes às famílias *Gramineae* (45,0%) e *Cyperaceae* (12,0%) as quais corresponderam aproximadamente a 76,5 e 13% do peso seco da dieta, respectivamente. Dentre as leguminosas, foram identificadas três espécies, pertencentes às famílias *Fabaceae* e *Mimosaceae*. Outro item importante é que espécies arbustivas e arbóreas foram consumidas pelo que foi denominado de grupo ocasional e compreenderam cerca de 6% do peso seco da dieta (Santos, 2001).

Como os bovinos reduzem a massa vegetal potencialmente incendiável

O termo “fibras” tem sido rotineiramente utilizado na nutrição animal, como a fração menos degradável dos alimentos. As fibras vegetais são constituídas de uma mistura de várias espécies de polissacarídeos (carboidratos) e seus derivados e ficam depositadas nas paredes das células vegetais e nos tecidos estruturais e lenhosos das plantas (entre outros) – podem representar até mais de 80% dos constituintes orgânicos do alimento vegetal (Van Soest, 1994).

A celulose é o principal carboidrato fibroso e quando depositado nas paredes celulares, não pode ser mais considerada disponível como fonte de energia, pois não é atacada por enzimas produzidas pelos organismos superiores – animal ou mesmo o vegetal que a sintetizou (Grenet e Besle, 1991). Apenas os microrganismos apresentam enzimas capazes de digerir os carboidratos fibrosos – por meio de um processo de fermentação, que pode ocorrer em vários compartimentos dos animais herbívoros – por exemplo, no rúmen no caso dos ruminantes (Van Soest, 1994).

Os bovinos transformam fibras em proteína e energia, devido sua capacidade de manter no rúmen (porção do estômago do ruminante também chamada de “pança”), um ambiente favorável à fermentação onde microrganismos (bactérias, fungos, protozoários) realizam a degradação das forragens.

As plantas forrageiras mantêm uma relação de equilíbrio com os animais. Precisam defender-se para não serem totalmente consumidas e sobreviverem – processos de convivência que foram sendo evoluídos ao longo de milhões de anos, através da evolução natural de ambas as partes como a capacidade de seleção da forragem e adaptação às dietas pelos animais e o desenvolvimento de princípios de defesa e resistência pelas plantas.

Os criadores de bovinos cuidam desta relação para que tenham sucesso em sua atividade econômica (Figura 14). O desequilíbrio entre as duas partes – vegetal (defesa) e animal (consumo), leva à perdas para ambos os lados e de difícil recuperação – é o que chamamos de manejo das áreas de pastagens – por meio da adoção de adequada lotação.

De forma simples e didática, podemos dizer que do ponto de vista vegetal, uma lotação aquém do ideal leva à perda e acúmulo de capim, enquanto uma lotação acima do ideal, ao desgaste da planta e à degradação das pastagens.



Figura 14. Campos nativos manejados com bovinos de forma adequada quanto a taxa de lotação. Observa-se que os animais mantêm em equilíbrio o volume de forragem. Cedido por Luiz Orcirio Fialho de Oliveira.

Já do ponto de vista animal, uma lotação baixa, podemos ter alta oferta de alimento, maior crescimento e produção animal, já uma lotação exageradamente alta podemos ter perda de desempenho, enfraquecimento dos animais e até morte. Os produtores pantaneiros conhecem e respeitam essa regra, pois convivem com dois períodos críticos intra-aneais de alimentação de seu rebanho, provocados pelas “cheias” e “secas” (Pott *et al.*, 1989).

A partir das informações de consumo, das espécies preferidas e da reserva de matéria seca e taxa de acúmulo, é possível estimar os impactos na redução da massa forrageira pela presença de bovinos em pastejo, bem como no aumento da mesma pela ausência do componente bovino no ambiente.

Assim, considerando modelos de pastejo em sítios, diferenças das paisagens e composição da dieta animal (Santos, 2001), considerando ainda o valor médio de 31% de savanas (Silva *et al.*, 2000) pode-se estimar, que a cada 3,22 hectares (1/0,31) há uma produção de massa estimada de 7.836 kg de MS ou 22.388 kg de matéria natural (base de 35% de MS).

Considerando ainda o uso tradicional e consolidado de 3 hectares por animal de 300 kg, o consumo de aproximadamente 1,4% a 1,8% PV (Oliveira *et al.*, 2016) ou 4,2 à 5,4 kg de MS/dia com de taxa de oferta de 10% (Aguiar *et al.*, 2006), é possível estimar a redução de massa seca via consumo animal de aproximadamente 1.752 kg de MS e de 175,2 kg por outras formas (dejetos, reciclagem, pisoteio), totalizando 1.927,2 kg de MS a menos a cada 3,22 hectares.

Por exemplo, de acordo com o documento do IBGE intitulado Produção Pecuária Municipal (PPM) houve redução no tamanho efetivo de bovinos entre os anos de 2017 e 2019 de 112.605 reses, no município de Corumbá. O que representa a não utilização de 337.815 hectares. Considerando ainda que, aproximadamente 14% da região encontra-se em uso com implantação de pastagem cultivada – B. humidícola (86% preservado), estima-se:

Área savanas / pastagens – 108.776 (337.815 x 0,322);

Pastagens cultivadas – 47.300 (337.815 x 0,14);

Pastagens nativas – 61.476 (108.776 – 47.300).

Volume de massa produzida e acumulada por ano, em razão da redução do rebanho:

Pastagens nativas = 61.476×6.138 kg de MS = 377.339.688 kg de MS;
Pastagens cultivadas = 47.300×12.577 kg de MS = 594.892.100 kg de MS;
Total = 972.231.788 kg de MS.

Considerando uma reserva natural constante para a manutenção e sobrevivência das espécies forrageiras – taxa de oferta x pastejo (Aguiar *et al.*, 2006):

Reserva natural = 112.605×2.302 kg de MS = 259.216.710 kg de MS
Saldo = 713.015.078 kg de matéria seca (713 mil toneladas).

Percebe-se que a redução do rebanho da ordem de 112.605 mil animais apenas no município de Corumbá - MS, pode causar acúmulo de mais de 700 mil toneladas de matéria seca ou mais de 2 milhões de toneladas de matéria natural (considerando valores médios de 35% de MS nas forragens), potencialmente incendiável.

Queimadas controladas como prevenção de grandes incêndios

A região do Pantanal é uma das maiores zonas úmidas do mundo. O Pantanal desde 2019, sofreu prolongada seca que causou um desastre para a região, e os incêndios subsequentes envolveram centenas de milhares de hectares.

A falta de chuvas durante os verões de 2019 e 2020, possivelmente foi causada pela redução do transporte de ar quente e úmido do verão da Amazônia para o Pantanal (Bergier *et al.*, 2018). Em vez disso, a predominância de massas de ar mais quentes e mais secas de latitudes subtropicais contribuiu para a escassez de chuvas de verão.

Essa seca teve impactos severos na hidrologia do Pantanal. Os níveis hidrométricos caíram ao longo de todo o rio Paraguai. Em 2020, o nível dos rios atingiu valores extremamente baixos. Com a seca, incêndios se espalharam e afetaram a biodiversidade natural, o agronegócio e a pecuária (Marengo *et al.*, 2021).

Em tais situações em que vários fatores climáticos, econômicos, hidrológicos, etc. acontecem de maneira rigorosa e repentina há necessidade de estratégias diferenciadas para evitar grandes incêndios como, por exemplo, o fogo prescrito, ou seja, uso de fogo com a autorização para queima (Soriano *et al.*, 2020). Em paralelo,

políticas de educação ambiental, uso de ferramentas disponíveis de risco de incêndios, como, por exemplo, o sistema de previsão de risco de incêndio no Pantanal - Saripan (Soriano e Narciso, 2020), devem ser amplamente difundidas e utilizadas.

Vale ressaltar que como a Bacia do Alto Paraguai ultrapassa as fronteiras do Brasil para que uma política econômica e ambiental para conter o efeito catastróficos dos incêndios faz-se necessário acordos internacionais de controle de queimadas e utilização de estratégias que minimizem os riscos de ocorrências de incêndios especialmente na Bolívia e Paraguai (Miranda *et al.*, 2021).

Estudos de observação nas paisagens da América do Norte pré-colonização europeia mostraram interação sinérgica do fogo e do pastejo com bisões (*Bison bison* sp) – considerados grandes ungulados, levando a mudanças na estrutura e função de grandes área de pastagens, de forma desuniforme e interagindo com padrões não uniformes criados pelo fogo. (Kay, 1998, Fuhlendorf e Engle, 2004).

Práticas de manejo espacialmente variáveis podem ser recomendadas para atrair gado para áreas pouco usadas ou não utilizadas com o objetivo de reduzir a heterogeneidade espacial e aumentar a eficiência do pastejo (Hooper *et al.* 1969, Samuel *et al.* 1980, Vallentine 1989, Holechek *et al.* 1998). A interação de queimadas controladas acopladas ao pastejo de uma forma espacialmente dinâmica, no que se refere a produção de gado e ao habitat de vida selvagem pode ser valiosa para esses ecossistemas.

Essa interação fogo-pastejo leva a uma formação de mosaico em mudanças nos sítios de pastejo, sendo que pastagens não queimadas por vários anos mostraram ter uma probabilidade de incêndio aumentada e probabilidade de pastejo diminuída (Fuhlendorf e Engle 2004). Por outro lado, manchas de pastagens que queimaram recentemente têm uma probabilidade aumentada de pastagem porque a qualidade da forragem é alta e uma probabilidade reduzida de queimar novamente até que combustível suficiente se acumule.

Em um estudo de caso realizado pela The Nature Conservancy em uma propriedade de 15.600 hectares onde fora o Barnard Ranch denominado atualmente de “Tallgrass Prairie Preserve”, no centro-norte de Osage County, Oklahoma, iniciado em março de 1993 sobre a interação das queimadas e do pastejo com bisões. Escolheu-se uma área de 8.500 hectares onde foram introduzidos 2.400 bisões (considerados herbívoros de forte consumo de forragens).

Em uma interação fogo-pastejo, a pressão de pastejo concentra-se em manchas recentemente queimadas, evitando o acúmulo de matéria seca nessas áreas por pelo menos um ano (Figura 15), pois como são fortemente pastejadas reduzem os riscos de incêndio e funcionam como verdadeiros aceiros quando comparadas com o manejo sem a interação (Figura 16). Entretanto os autores observaram recuperação de mais de 60% da quantidade de massa das pastagens após 30 meses da queima (Kerby *et al.*, 2007).

Além da minimização dos riscos de incêndios, os autores salientaram que o modelo aplicado não apresentou mudanças na biodiversidade especialmente de aves da planície, as quais se beneficiam com as manchas de pastagens em renovação, assim como foram observados aumentos do tempo de pastejo dos animais em áreas recentemente queimadas em 75%, sem haver redução da produtividade. Na verdade, o rebanho de bisões manteve altas taxas reprodutivas sem suplementação, um contraste com o reduzido desempenho do gado na ausência de suplementação nutricional sob manejo tradicional de pastagens.

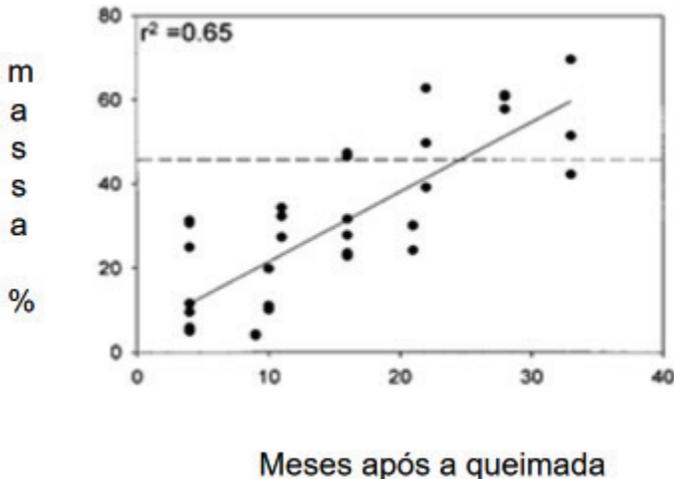


Figura 15. Aumento percentual de massa acumulada em meses após a queimada controlada. Fonte: Kerby *et al.*, 2007. Adaptado pelos autores.

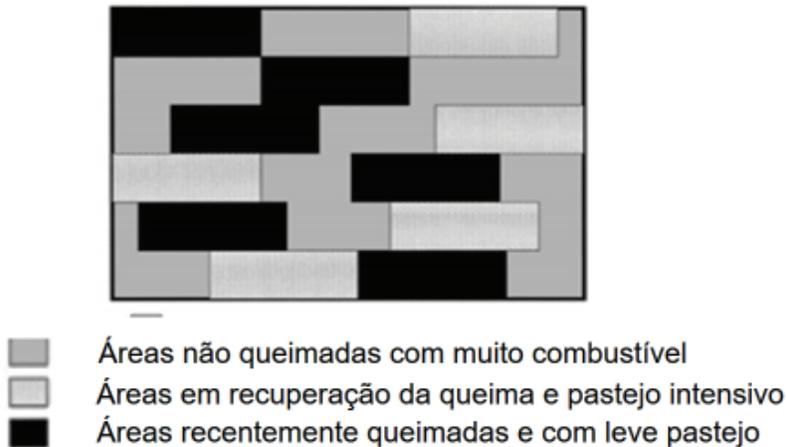


Figura 16. Diagrama de manejo proposto de queimadas controladas e pastejo dos animais. Fonte: Kerby *et al.*, 2007. Adaptado pelos autores.

Contribuições ambientais dos bovinos

A presença dos bovinos mantidos de forma sustentável, é muito importante para a redução do volume de massa vegetal no ambiente, visto sua dieta diversificada. Por outro lado, e em razão dos processos naturais da alimentação dos bovinos, diversas espécies não preferidas, podem ir se acumulando e aumentando sua presença e volume de massa seca no ambiente. Entre elas encontram-se – o “rabo de burro” (*Andropogon bicornis*), o “capim vermelho” (*Andropogon hyppoginus*), o fura bucho (*Paspalum carinatum*, *Paspalum lineare*), o “capim carona” (*Elyonurus muticus*), o “capim felpudo” quando maduro (*Paspalum plicatulum*), o “pé de galinha” (*Eleusine indica*), entre outros.

Além disso ocorre natural competição por espaço entre as plantas de bom valor nutricional e preferidas pelos animais e as plantas rejeitadas, sobressaindo-se estas últimas na eventualidade de um manejo inadequado ou excesso de animais nas pastagens. Ou seja, quando ocorre a superlotação verifica-se o aumento da população e do acúmulo de massa vegetal de espécies não preferidas, com proporcional aumento nos riscos de incêndios.

Convencionalmente o manejo associado do volume do rebanho da propriedade com o uso de queimadas controladas, em épocas oportunas e autorizadas pelos Órgãos Ambientais tem sido uma forma interessante para o equilíbrio das relações entre as populações vegetais do ambiente, promovendo assim benefícios ao sistema produtivo e evitando riscos de grandes incêndios. Tal questão, no Pantanal é avaliada pela Embrapa (considerando os diferentes aspectos científicos para nortear os aspectos de legislação ambiental), desde 2002 (Rodrigues *et al.*, 2002). Em 2020, com o avanço das pesquisas novas sínteses de informações foi publicada por Santos *et al.* (2020).

Em estudo conduzido na Fazenda Nhumirim – Embrapa Pantanal (Corumbá/MS), na sub-região pantaneira da Nhecolândia, foram avaliados o consumo e a emissão de metano entérico de novilhas da raça Nelore (Figura 17) em pastagens nativas e cultivadas (mix de *U. humidicola* e pastagens nativas preferidas), sendo que os autores observaram consumo de matéria seca (MS) de 1,932% e 1,403% do peso vivo animal respectivamente (Oliveira *et al.*, 2016).

Dados obtidos em estudo na Fazenda São Bento do Abobral por meio de diferenças de massa disponível (método de diferenças acúmulos - consumo) foram de 12.577 kg de Matéria Seca (MS) ao ano para campos de *B. humidicola*



Figura 17. Novilha em medição da emissão de metano entérico em pastagens nativas na Fazenda Nhumirim – Embrapa Pantanal. Parte do projeto PECUS da Embrapa para o inventário nacional de emissão de metano pela pecuária brasileira nos diversos biomas. Imagem cedida por Luiz Orcirio Fialho de Oliveira.

e de 6.138 para pastagens nativas e taxa de acúmulo diária médio anual de 21,47 kg. Esses valores estão em acordo com observados por Teixeira *et al.* (2011) em pastagens cultivadas de *Brachiaria*, os quais mostraram taxa de acúmulo de 71,02 kg de MS/dia no verão (nov-abr) e de 8,41 kg de MS na seca (mai-out) - ou 39,715 kg de MS/dia ou 14.495,97 kg de MS/ano.

Em uma avaliação do acúmulo de biomassa em pastagens nativas do Pantanal mantidas com bovinos em pastejo, observou-se valores de 4.304 e 1.174 kg de MS/hectare para os períodos chuvosos e secos do ano (Crispim *et al.*, 2013). Avaliou-se da mesma forma o acúmulo de MS de forragens nativas em área de vazante em uma fazenda nas proximidades da fazenda Nhumirim (19° 04' S, 56° 36' W), sendo observados valores entre 7.594 e 3.688 kg de MS/hectare (Crispim *et al.*, 2017).

Estudo conduzido na Fazenda São Bento do Abobral – Pantanal – Corumbá/MS, determinou-se as emissões líquidas de metano pela integração das áreas de paisagens espaço-temporais (Figura 18), por meio da aplicação dos fatores de emissão de Monte Carlo para solos secos e úmidos (Bergier *et al.*, 2019). Os dados mostraram que as áreas de florestas e pastagens menos inundáveis na Fazenda São Bento são pequenos sumidouros atmosféricos entre -3,2 e -0,6 Mg CH₄ por ano. No entanto, as emissões líquidas de metano entre as fontes (áreas inundáveis e encharcadas) e sumidouros são altamente positivas, variando de +3,3 a +5,5 Gg CH₄ por ano.



Figura 18. Determinação das emissões líquidas de metano pela integração das áreas de paisagens espaço-temporais, por meio da aplicação dos fatores de emissão de Monte Carlo para solos secos e úmidos. Fonte: Bergier *et al.*, 2019.

Considerando as incertezas dos fatores na emissão entérica, foram observados em ciclo de vida de fêmeas Nelore (nas fases de crescimento e adulta/reprodução), estimativas de emissão anual em 0,1–0,2 Gg CH₄ e 0,2–0,5 Gg CH₄ respectivamente para as taxas de lotação tradicional e intensiva (pastagens nativas e cultivadas). Salienta-se que esses números são, respectivamente, apenas 4,3-10% e 8,9-20% das emissões líquidas de CH₄ das paisagens, conforme demonstrado por Bergier *et al.* (2019).

Considerando a grande variabilidade das intensidades de inundação interanuais, as emissões entéricas bovinas em fazendas de inundação localizadas no Pantanal podem ser insignificantes em relação as emissões de metano de pântanos devido ao fluxo de inundações, concluindo que o material não consumido pelo animais serve de matéria orgânica para os microrganismos metanogênicos do solo inundado e produtores mais intensivos de metano (Bergier *et al.*, 2019).

Os autores questionam qual seria o destino deste material orgânico (CO₂) na ausência dos gado – “ingerido por consumidores primários da rede alimentar terrestre e retorno à atmosfera como gases biogênicos? queimados e devolvidos à atmosfera como gases pirogênicos? incorporado na teia alimentar aquática, degradado por bactérias aquáticas e retorno à atmosfera como gases biogênicos? ou enterrado em solos / sedimentos como inorgânico / orgânico refratário C?” Estudos sobre a degradação ruminal de fibras nos permite sustentar a tese da eficiência de produção de ácidos orgânicos voláteis pelos microrganismos ruminais em detrimento do metano que passa a ter na fisiologia digestiva dos ruminantes um caráter secundário, de remoção do excesso de H⁺ no ambiente ruminal, o qual acumula-se com a degradação da fibra e é nocivo aos microrganismos fibrolíticos (Van Soest, 1994; Morgavi *et al.*, 2010).

Nesse sentido, os dados estimados do balanço de emissões de metano no Pantanal (áreas inundáveis e secas) em uma pecuária tradicional, ou seja com uma taxa de lotação entre 0,2 e 0,5 reses de 450 kg de peso vivo por hectare como Carbono Neutras (Bergier *et al.*, 2019), demonstrando neste caso que a presença dos bovinos é benéfica tornando o ambiente mais equilibrado de emissões, permitindo a geração de renda e consequentemente aumentando sua sustentabilidade natural.

Considerações finais

Em 2020, observou-se aumento exponencial do número de focos de incêndios no Pantanal em relação à série histórica analisada. Análises estatísticas comprovaram a correlação positiva entre a redução do rebanho e o aumento de focos de incêndios, o que é confirmado pelo acúmulo de material seco potencialmente incendiável e não consumido pelos bovinos.

O Pantanal continua sendo o bioma brasileiro mais preservado, demonstrando que as ações antrópicas e o convívio com a natureza há mais de 200 anos é totalmente sustentável.

Outros estudos mostraram que os bovinos mantidos em condições naturais, permitem o uso sustentável do Pantanal, exercendo importante papel no equilíbrio das emissões de metano em áreas inundáveis, promovendo a geração de renda e em equilíbrio com a fauna silvestre e a flora.

Referências bibliográficas

ABREU, U.G.P.; McMANUS, C.; SANTOS, S.A. Cattle ranching, conservation and transhumance in Brazilian Pantanal. **Pastoralism Research**, Policy and Practice, v.1, p. 99-114, 2010.

AGUIAR, A.P.A.; DRUMOND, L.C.D.; MORAES NETO, A.R.; PAIXÃO, J. B.; RESENDE, J.R.; BORGES, L.F.C., MELO JÚNIOR, L.A.; SILVA, V.F.; APONTE, J.E.E. Composição química e taxa de acúmulo dos capins Mombaça, Tanzânia-1 (“*Panicum maximum*” Jacq. cv. Mombaça e Tanzânia-1) E Tifton 85 (“*Cynodon dactylon*” x “*Cynodon nlemfuensis*” cv. Tifton 68) em pastagens intensivas. **FAZU em Revista**, v.1, n. 3, p.15-19, 2006.

ARAÚJO, A.G. de J.; OBREGON, G.O.; SAMPAIO, G.; MONTEIRO, A.M.V.; SILVA, L.T. da.; SORIANO, B.; PADOVANI, C.; RODRIGUEZ, D.A.; MAKSIC, J.; FARIAS, J.F.S. Relationships between variability in precipitation, river levels, and beef cattle production in the Brazilian Pantanal. **Wetlands Ecology and Management**. <https://doi.org/10.1007/s11273-018-9612-0>

ASSINE, M.L. A Bacia Sedimentar do Pantanal Mato-Grossense. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. Daí Ré; NEVES, B.B. de B. **Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Ed. Beca. 2004. p. 61-74. Disponível em: <http://www.geologia.ufc.br/images/arquivos/pdf/geologia-do-Continente.pdf>.

BERGIER, I., ASSINE, M.L., MCGLUE, M.M., ALHO, C.J.R., SILVA, A., GUERREIRO, R.L., *et al.* Amazon rainforest modulation of water security in the Pantanal wetland. **Science of the Total Environment**, 619, 1116–1125. 2018. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.11.163

BERGIER, I., SILVA, A.P.S., ABREU, U.P.G., OLIVEIRA, L.O.F., TOMAZI, M., DIAS, F.R.T., URBANETZ, C., NOGUEIRA, E., SILVA, J.C.B. Could bovine livestock intensification in Pantanal be neutral regarding enteric methane emissions? **Science of Total Environment**, 665, 2019, p. 463-472. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.178>

CRISPIM, S.M.A., SANTOS, S., DOMINGOS BRANCO, O. Flutuação da disponibilidade de biomassa de herbáceas de pastagem nativa, em uma área de campo limpo, Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS. 6º. Simpósio sobre recursos naturais e socioeconômicos do Pantanal, (SIMPAN), Corumbá/MS, 2013.

CRISPIM, S.M.A.; SOARES, M.T.S.; SORIANO, B.M.A.; SANTOS, S.A. Avaliação de pastagem nativa em áreas sujeitas a inundação com predominância de *Hymenachne amplexicaulis* no Pantanal, MS, Brasil. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2017. 14 p. (Embrapa Pantanal. **Documentos**, 148).

DAMASCENO-JÚNIOR, G.A.; ROQUE, F de O.; GARCIA, L.C.; RIBEIRO, D.B.; TOMAS, W.T.; SCREMIN-DIAS, E.; DIAS, F.A.; LIBONATI, R.; RODRIGUES, J.A.; SANTOS, F.L.M.; PEREIRA, A. de M.M.; SOUZA, E.B. de REIS, L.K.; OLIVEIRA, M. da R.; SOUZA, A.H. de A.; MANRIQUE-PINEDA, D.A.; FERREIRA, B.H. dos S.; BORTOLOTTI, I.M.; POTT, A. Lessons to be Learned from the Wildfire Catastrophe of 2020 in the Pantanal Wetland. **Wetland Science & Practice**, v. 38, p. 107-115, 2021.

FARIAS, P.C.A de; GIRARD, P. Considerações acerca da relação entre o ciclo hidroclimático e a produção bovina na bacia do Alto Paraguai. **Revista**

Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação, v. 4 n. 3 p. 244-256, 2019.

DOI: 10.18554/rbcti.v4i3.3666

FUHLENDORF, S.D., ENGLE, D.M.. Application of the fire– grazing interaction to restore a shifting mosaic on tallgrass prairie. **Journal of Applied Ecology** 41:604–614. 2004.

GRENET, E., BARRY, P. Microbial degradation of normal maize and bm3 maize in the rumen observed by scanning electron microscopy. *J. Sci. Food Agric.*, v.54, p.199-210, 1991.

HAIR Jr, J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, J.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688p.

HOLECHEK, J.L., PIEPER, R.D., HERBEL, C.H. **Range management principles and practices**. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ. 1998

HOOPER, J.F., WORKMAN, J.P., GRUMBLES, J.B, COOK, C.W. Improved livestock distribution with fertilizer: a preliminary economic evaluation. **Journal of Range Management** 22:108–110, 1969.

KAY, C.E. 1998. Are ecosystems structured from the top-down or bottom-up: a new look at an old debate. **Wildlife Society Bulletin** 26:484–498

KERBY, J.D., ENGLE, D.M., FUHLENDERF, I.D., NOFZIGER, D.I., BIDWELL, T.G. 2007. Patch Burning as a heterogeneity approach to rangeland management. P.158-162. IN: MASTERS, R.E., GALLEY, K.E.M. (Eds) **Proceedings of the 23 the Tall Timbers Fire Ecology Conference: Fire in Grasslands and Shrub land Ecosystems**. Tall Timbers Research Station, Tallahassee, Florida, USA.

KNAFLIC, C.N. **Storytelling com Dados**. Rio de Janeiro: Alta Books ed., 2019. 352 p.

LOUZADA, R.O.; BERGIER, I.; ASSINE, M.L. Landscape changes in avulsive river systems: Case study of Taquari River on Brazilian Pantanal wetlands. **Science of the Total Environment**, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138067>

MARENGO, J.A.; CUNHA, A.P.; CUARTAS, L.A.; DEUSDARÁ, L.K.R.; BROEDEL, E.; SELUCHI, M.E.; MICHELIN, C.M. ; DE PRAGA BAIÃO, C.F.; CHUCHÓN, ÂNGULO E.; ALMEIDA, E.K.; KAZMIERCZAK, M.L.; MATEUS, N.P.A.; SILVA, R.C.; BENDER F. Extreme Drought in the Brazilian Pantanal in 2019–2020: Characterization, Causes, and Impacts. **Frontiers in Water** 3:639204. 2021. doi: 10.3389/frwa.2021.639204

MATTHIENSEN, A. Uso do Coeficiente Alfa de Cronbach em Avaliações por Questionários. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2011.28p (Embrapa Roraima. **Documentos**, 48).

MIRANDA, E.E. TONS DE VERDE. A SUSTENTABILIDADE DA AGROECOLOGIA BRASILEIRA, 2018.

MIRANDA, E.E. de; MARTINHO, P.R.R.; CARVALHO, C.A. de. Dinâmica de queimadas incêndiosna Bacia do rio Paraguai e no Pantanal (2018 E 2020). Campinas: Embrapa Territorial, 2021. 27p. (Embrapa Territorial, **Nota Técnica**).

OLIVEIRA, L.O.F., ABREU, U.P.G., DIAS, F.R.T., FERNANDES, F.A., NOGUEIRA, E., SILVA, J.C.B. Estimativa da População de Bovinos no Pantanal por meio de Modelos Matemáticos e Índices Tradicionais. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2016. 11 p. (Embrapa Pantanal. **Comunicado Técnico**, 99).

POTT, E.B.; CATTO, J.B.; BRUM, P.A.R. Períodos críticos de alimentação para bovinos em pastagens nativas, no Pantanal Mato-Grossense. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.24, p.1427-1432, 1989.

RODRIGUES, C.A.G.; CRISPIM, S.M.A.; COMASTRI FILHO, J.A. Queima controlada no Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 23 p. (Embrapa Pantanal. **Documentos**, 35).

SAMUEL, M.J.; RAUZI, F.; HART, R.H. Nitrogen fertilization of range: yield, protein content, and cattle behavior. **Journal of Range Management** 33:119–121, 1980.

SANTOS, S. Caracterização dos recursos forrageiros nativos da sub-região da Nhecolândia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil, 2001, 191p. **Tese** apresentada à Universidade Estadual Paulista, Campus Botucatu. Botucatu, SP.

SANTOS, S.A.; CARDOSO, E.L.; SORIANO, B.M.A.; POTT, A.; PEREIRA, A. de M.M. Guia para uso do fogo no manejo de pastagem em nível de fazenda no Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2020. 21 p. (Embrapa Pantanal. **Documentos**, 168).

SANTOS, S.A.; POTT, A.; RODRIGUES, C.A.G.; CARDOSO, E.L.; COMASTRI FILHO, J.A.; CRISPIM, S.M.A. Pastagem nativa. Gado de corte no Pantanal: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 2.ed. rev. atual. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 272 p. (**Coleção 500 perguntas, 500 respostas**). p.93-132.

SILVA, J.V. da; ABDON, M.M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, número especial, p.1703-1711, out.1998.

SILVA, M.P.; MAURO, R.; MOURÃO, G.; COUTINHO, M. Distribuição e quantificação de classes de vegetação do Pantanal através de levantamento aéreo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.23, n.2, p.143-152, jun. 2000.

SORIANO, B.M.A.; CARDOSO, E.L.; TOMAS, W.M.; SANTOS, S.A.; CRISPIM, S.M.A.; PELLEGRIN, L.A. Uso do fogo para o manejo da vegetação no Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2020. 18 p. (Embrapa Pantanal. **Documentos**, 164).

SORIANO, B.M.A.; NARCISO, M.G. Sistema de alerta de risco de incêndio para o Pantanal. In: SILVA, M.E.D. (Org.). **O meio ambiente e a interface dos sistemas social e natural**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2020. p. 95-103.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2^a ed. Cornell University, Ithaca. 1994. 476p.

Embrapa

Gado de Corte



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

