

DOCUMENTOS
167

Captação e armazenamento de água
para consumo animal durante a
estação de seca na Planície
Pantaneira



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

DOCUMENTOS 167

**Captação e armazenamento de água para
consumo animal durante a estação de seca na
Planície Pantaneira**

***Embrapa Pantanal
Corumbá, MS
2020***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pantanal
Rua 21 de Setembro, 1880
Bairro Nossa Senhora de Fátima
CEP 79320-900, Corumbá, MS
Fone: (67) 3234-5800
Fax: (67) 3234-5815
www.embrapa.br/fale-conosco/sac
<https://www.embrapa.br/pantanal>

Comitê Local de Publicações da Embrapa Pantanal

Presidente
Suzana Maria Salis

Membros
Ana Helena B Marozzi Fernandes,
Fernando Rodrigues Teixeira Dias,
Juliana Correa Borges Silva,
Márcia Furlan Nogueira Tavares de Lima,
Viviane de Oliveira Solano

Supervisão editorial
Suzana Maria Salis

Revisão de texto
Suzana Maria Salis

Normalização bibliográfica
Viviane de Oliveira Solano

Tratamento das ilustrações
Marilisi Jorge da Cunha

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Marilisi Jorge da Cunha

Fotos da capa:
Cleomar Berselli (cata-vento);
Marcos Tadeu Borges Daniel Araújo (bebedouro)

1ª edição
Versão digital (2020)

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 Pantanal

Captação e armazenamento de água para consumo animal durante a estação de seca na Planície Pantaneira / Márcia Divina de Oliveira... [et al]. - Corumbá: Embrapa Pantanal, 2020.

PDF (26 p.) : il. color. - (Documentos / Embrapa Pantanal, ISSN 1981-7223; 167).

1. Hidrologia. 2. Recursos Hídricos. 3. Manejo de água. I. Oliveira, Márcia Divina de. II. Santos, Sandra Aparecida III. Nogueira, Marcelo IV. Palhares, Júlio Cesar Pascale. V. Comastri Filho, José Aníbal. VI. Nogueira, Ériklis. VII. Sales, Rafael dos Santos. VIII. Campos, Zilca. IX. Tomás, Walfrido Moraes. X. Série. XI. Embrapa Pantanal.

CDD 551.48 (23.ed.)

Autores

Márcia Divina de Oliveira

Bióloga, doutora em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, pesquisadora da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

Sandra Aparecida Santos

Zootecnista, doutora em Produção Animal, pesquisadora da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

Marcelo Nogueira

Engenheiro-agrônomo, supervisor da assistência técnica e gerencial do Senar-MT, Cuiabá, MT

Júlio Cesar Pascale Palhares

Zootecnista, doutor em Ciências da Engenharia Ambiental, pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP

José Aníbal Comastri Filho

Engenheiro-agrônomo, mestre em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

Ériklis Nogueira

Médico-veterinário, doutor em Medicina Veterinária, pesquisador da Embrapa Pantanal, Campo Grande, MS

Rafael dos Santos Sales

Engenheiro-agrônomo, consultor da Agrosales Consultoria e Planejamento Agrônomo, Cáceres, MT

Zilca Campos

Engenheira florestal, doutora em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

Walfrido Moraes Tomás

Médico-veterinário, doutor em Ecologia e Conservação, pesquisador da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

Apresentação

O Pantanal possui um clima sazonal com ciclos plurianuais com anos de maior precipitação e inundação, e anos mais secos, decorrente das variações no regime de chuvas nos planaltos.

Nos anos mais secos, quando a estiagem se prolonga pode faltar água para os bovinos e também para a fauna silvestre, pois os corpos d'água naturais, como as lagoas (baías), podem secar totalmente ou reduzir muito a quantidade de água que a torna de baixa qualidade. Isso afeta a produtividade dos bovinos.

Para tentar minimizar esses efeitos foram levantadas informações sobre as fontes de água, captação e armazenamento para dessedentação animal em fazendas do Pantanal.

Espera-se que essa publicação venha auxiliar os produtores do Pantanal com as recomendações de práticas sustentáveis para o manejo dos recursos hídricos para uso pela pecuária. Com essas práticas, objetiva-se diminuir a pressão sobre as águas superficiais da Planície Pantaneira, evitar a deterioração da qualidade da água, e dessa maneira contribuir com a conservação dos serviços ecossistêmicos e ambientais

Jorge Antonio Ferreira de Lara
Chefe-Geral da Embrapa Pantanal

Sumário

Introdução.....	7
Importância da água para os bovinos.....	8
Principais fontes de água para dessedentação animal no Pantanal.....	9
Manejo da água superficial: baías aprofundadas e tanques ou açudes	11
Captação e armazenamento de água subterrânea	13
Qualidade da água disponível para consumo dos bovinos.....	18
Legislação para uso da água: outorga.....	21
Considerações finais.....	22
Agradecimentos.....	23
Referências.....	23

Introdução

A região hidrográfica da Bacia do Alto Paraguai tem importância internacional por abrigar uma das maiores áreas úmidas do planeta, o Pantanal Mato-grossense, declarado Patrimônio Nacional pela Constituição Brasileira de 1988, Patrimônio Mundial Natural pela UNESCO, com sítio designado como área de relevante importância internacional pela Convenção de Áreas Úmidas RAMSAR e Reserva da Biosfera pela UNESCO (ANA, 2018).

A região está dividida em duas unidades de relevo, o Planalto e a Planície Pantaneira. No planalto estão as nascentes dos principais rios que formam o Pantanal, que responde por aproximadamente 80% da produção hídrica, que por sua vez mantém o pulso de inundação na Planície Pantaneira, principal serviço ecossistêmico (processo ecológico) que rege a produtividade e a biodiversidade do Pantanal (Nunes da Cunha et al., 2015). As taxas mais baixas de produção hídrica estão na planície, onde caem apenas 20% das chuvas, sendo a inundação dependente das chuvas nos planaltos. No auge das cheias anuais até 80% do território da planície é alagada (ANA, 2018).

Segundo dados da ANA (2018) a região hidrográfica da Bacia do Alto Paraguai conta com boa disponibilidade hídrica, porém ocorrem ciclos plurianuais com anos de maior precipitação e inundação, e anos mais secos, decorrente das variações no regime de chuvas nos planaltos, principalmente ao norte, onde estão as maiores médias das precipitações. Estudos de Lázaro et al. (2020) mostram que embora seja encontrado um pulso de inundação bem definido no Pantanal do Norte, ao longo de uma série histórica de 42 anos, o número de dias sem precipitação aumentou em 13% comparada a década de 1960, e a massa de água na paisagem foi 16% menor durante a estação seca, considerando os últimos 10 anos. Esses resultados indicam que o Pantanal está atualmente perdendo água e passando por uma seca mais severa do que no passado, o que pode ser corroborado pela escassez de água no ano de 2020.

O Pantanal abriga uma rica biodiversidade em flora, fauna e recursos pesqueiros (Tomas et al., 2019), e também a produção de bovinos, principal atividade econômica da região, com aproximadamente 3,8 milhões de bovinos (Oliveira et al., 2016a), criados de forma extensiva na planície, convivendo diretamente com a fauna nativa (Figura 1). As secas prolongadas afetam a fauna silvestre, principalmente os jacarés por serem animais peçonhentos (Campos; Mourão, 2020), tanto pela escassez de água quanto pelos incêndios severos, como observado no ano de 2020. Afeta também a disponibilidade de alimento para os bovinos que são criados nas áreas sujeitas às inundações periódicas, influenciando os índices de produtividade (Pott et al., 1989).

Nas últimas décadas, a atividade pecuária tem modificado a paisagem do Pantanal com a introdução de pastagens exóticas, manejo do fogo e intervenção nos ambientes aquáticos, visando incrementar a produtividade da bovinocultura (Soriano et al., 2017; Tomas et al., 2019). Num esforço para amenizar esses efeitos e fazer com que o desenvolvimento sustentável do Pantanal seja uma realidade, a Embrapa Pantanal, em parceria com a Embrapa Informática, desenvolveu a ferramenta Fazenda Pantaneira Sustentável-FPS (Santos et al., 2017) que faz um diagnóstico holístico da propriedade rural e propõe boas práticas para a atividade pecuária. A conservação dos recursos hídricos consiste num dos aspectos avaliados e leva em consideração vários indicadores, entre os quais a conservação dos corpos d'água (Soares et al., 2014), a qualidade das águas (Oliveira et al., 2011) e a disponibilidade de água para o consumo animal (Santos et al., 2013). Em parceria com a Associação dos Criadores de Mato Grosso (Acrimat), a Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso (Famato) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar-MT), o diagnóstico com a ferramenta FPS está sendo realizado em 15 fazendas no Pantanal do Mato Grosso.

Em virtude da grande seca que tem assolado o Pantanal e diante do cenário de mudanças climáticas (Marengo et al., 2012; Aparecido et al., 2020), efetuou-se este estudo para auxiliar os produtores no manejo da água para o consumo animal no Pantanal. Para este estudo foram levantadas informações sobre as fontes de água, captação e armazenamento de água para dessedentação animal durante visita dos técnicos do Senar-MT nas fazendas monitoradas com o auxílio da FPS.

A partir dessas informações associadas com a experiência dos autores em diversas fazendas do Pantanal, principalmente na fazenda Nhumirim de propriedade da Embrapa Pantanal, foram feitas recomendações de práticas sustentáveis de manejo dos recursos hídricos para uso da água pela pecuária nas condições da Planície Pantaneira. As boas práticas orientam no sentido de diminuir a pressão sobre as águas superficiais da planície e evitar a deterioração da qualidade da água, principalmente em períodos mais secos, contribuindo com a conservação dos serviços ecossistêmicos e ambientais.



Figura 1. Convivência entre bovinos e fauna silvestre na Planície Pantaneira.

Importância da água para os bovinos

A água é um alimento essencial para os bovinos, e embora este aspecto da nutrição seja frequentemente ignorado, sua escassez em volume e/ou falta de qualidade têm impactos negativos profundos no desempenho dos bovinos. A água constitui cerca de 98% de todas as moléculas do corpo dos bovinos, e é necessária para a regulação da temperatura corporal, assim como para o crescimento, a reprodução, a lactação, a digestão, o metabolismo, a excreção de metabólitos, a hidrólise de proteínas, gorduras e carboidratos; a regulação da homeostase mineral, a lubrificação das articulações, o funcionamento do sistema nervoso, e a visão. A água é um excelente solvente para a glicose, os aminoácidos, os íons minerais, as vitaminas hidrossolúveis e os produtos de excreção do metabolismo corporal.

Segundo Igbokwe (1997), os animais são mais sensíveis à privação de água do que restrições alimentares, visto que perdas de 20% do conteúdo de água corporal leva o animal à morte, enquanto o mesmo é capaz de sobreviver com perda de até 40 % do peso corporal. Alguns efeitos da privação de água incluem: aumento da temperatura retal, diminuição do pulso e da frequência respiratória, perda de peso e diminuição da produção de leite e da performance reprodutiva e dos sinais nervosos e morte.

A restrição na quantidade da água ingerida pelos bovinos reduz o consumo de alimentos e, por sua vez, a produção animal (Noller et al., 1996). Por outro lado, a restrição de água tende a aumentar a digestibilidade aparente e a retenção de nitrogênio, devido principalmente ao aumento no tempo de retenção da digestão, com diminuição da secreção de saliva e da motilidade ruminal (Nejad et al., 2015).

Os animais consomem água de duas fontes, aquela presente nos alimentos e a água bebida livremente. A medida que a água presente na pastagem decresce, a quantidade requerida pelos bovinos aumenta, para manter o balanço hídrico no animal (NRC, 1996).

Bovinos, dependendo da fase, necessitam, em média de 16 a 78 L de água/dia (Tabela 1), dependendo de vários fatores: raça, tamanho, peso, idade e genética dos animais, tipo de dieta, quantidade de ingestão de matéria seca e de sal, taxa de ganho de peso, produção de leite, também influenciado pelas condições ambientais, como umidade, temperatura e velocidade do vento (Palhares, 2013). A Tabela 1 mostra a exigência de água prevista para bovinos de corte em função da temperatura da água. Como o Pantanal apresenta altas temperaturas, principalmente durante o período seco, a necessidade de água por animal é alta.

Tabela 1. Consumo diário aproximado de água (litros/animal) por bovinos de corte no período seco no Pantanal.

Consumo de água diário (l/animal)	Peso corporal (Kg)	Temperatura da água (°C)				
	Bezerros em crescimento e novilhas	10	14,4	21,1	26,6	32,2
	182	16,3	18,9	22,0	25,4	36,0
	273	22,0	25,0	29,5	33,7	48,1
	364	25,7	29,9	34,8	40,1	56,8
	Animais em terminação					
	273	24,6	28	32,9	37,9	54,1
	364	29,9	34,4	40,5	46,6	65,9
	454	35,6	40,9	47,7	54,9	78,0
	Touros adultos					
	636	32,6	37,5	44,3	50,7	71,9
	727	35,6	40,9	47,7	54,9	78,0

Fonte: Adaptado de NRC (1996).

Principais fontes de água para dessedentação animal no Pantanal

Durante a fase seca as principais fontes de água para a pecuária são as águas superficiais (Tabela 2), remanescentes das chuvas e do transbordamento dos rios durante a inundação (Oliveira et al., 2011). A água fica retida por mais tempo nas áreas úmidas, como nas baías (lagoas) de fundo de vazante e ambientes formados pela desconexão dos corixos. Porém, há determinados anos com secas intensas que os ambientes podem secar totalmente ou reduzir a água numa quantidade que a torna de baixa qualidade. Nessas situações, com baixa disponibilidade de água superficial, as águas subterrâneas (Tabela 2) devem ser exploradas para atender a demanda existente, pois é nesta época do ano que os níveis de consumo de água aumentam como mostrado na Tabela 1.

Tabela 2. Comparativo de vantagens e desvantagens das principais fontes de água para dessedentação animal no Pantanal.

Fonte		Vantagem	Desvantagem
Água superficial	Baía aprofundada	Retém água por mais tempo no ambiente Custo baixo, pode ser aprofundada manualmente Pode ser usada apenas como reservatório de água para os bebedouros, sem que os animais usem o ambiente	Sujeita a contaminação da água pelos próprios animais quando a dessedentação é feita diretamente no ambiente Devido ao tamanho do tanque pode não ser suficiente para atender todo o rebanho Em períodos de seca extrema não retém água Dependendo da forma como é feita pode causar dano ao ambiente Bovinos podem atolar nos ambientes que estão secando, com lama
	Tanques escavados ou açudes	Utilizados em áreas onde outras fontes de água não estão disponíveis Custo médio, devido a necessidade de contratação de máquinas Pode ser usada apenas como reservatório de água para os bebedouros, sem que os animais usem o ambiente	Sujeita a contaminação da água pelos próprios animais quando a dessedentação é feita diretamente no ambiente Devido ao tamanho do tanque pode não ser suficiente para atender todo o rebanho Em períodos de seca extrema não retém água Bovinos podem atolar nos ambientes que estão secando, com lama
Água Subterrânea	Poços semiartesianos	Qualidade de água geralmente boa, embora a água subterrânea do Pantanal possa ser salobra Maior garantia do fornecimento de água na estação seca Menos perda de água por evaporação Tem vida útil longa, se bem manejados Animais apresentam maior ganho de peso em relação a animais que usam açude Diminui a pressão dos animais sobre os corpos de água naturais, diminuindo processos erosivos, contribuindo com a manutenção dos serviços ecossistêmicos Pode repor água em baías para os animais silvestres durante secas extremas	Maior custo em relação aos tanques escavados e poços rasos
	Poços rasos	Qualidade de água variável, mas de melhor qualidade que nos tanques superficiais Menor custo de instalação em relação aos poços semiartesianos Não há perdas por evaporação Baixo custo Diminui a pressão dos animais sobre os corpos de água naturais, diminuindo processos erosivos	Não tem garantia de água no período seco Maior incerteza quanto a encontrar água em relação aos poços semiartesianos A qualidade da água é variável devido ao regime de inundação Devido a vazão do poço pode não ser suficiente para atender todo o rebanho

Fonte: Adaptado de Palhares (2013).

Manejo da água superficial: baías aprofundadas e tanques ou açudes

Para garantir a oferta de água no período seco, muitos produtores têm realizado o aprofundamento de baías ou escavado tanques, também chamados de açudes. A diferença entre essas duas soluções é principalmente o local onde é instalado, mas também o armazenamento de água, como descrito a seguir.

Aprofundamento de baías

Nas áreas úmidas algumas baías mantêm água mesmo no período seco, e para prolongar a permanência da água tem sido comum remover mecanicamente parte do sedimento do fundo dessas baías (baías aprofundadas), pois com o passar do tempo a deposição de sedimento, incrementada pelo pisoteio dos animais, vai deixando esses ambientes mais rasos, fazendo com que a água acumulada seque mais rapidamente. Na Figura 2 é possível observar ambientes naturais (Figura 2A), baías que foram aprofundadas na área de inundação (Figura 2B), e o processo de aprofundamento de uma baía (Figura 2C) onde aflora a água do lençol freático (Figura 2D).



Figura 2. (A) Lagoas sem alterações em ambiente natural; (B) baías aprofundadas em área úmida, vista pela imagem de satélite; (C) área de movimentação durante o aprofundamento de baía na Fazenda Nhumirim, onde a vegetação foi removida em grande área; (D) água do lençol freático acumulada logo após a escavação.

Caso seja necessário o aprofundamento de baías recomenda-se interferência mínima, de preferência um trabalho manual, evitando danificar a vegetação da borda do corpo d'água. O que se vê nas Figuras 2C e 2D não é o recomendado. O ideal é fazer um poço de menor diâmetro no centro da baía, de preferência manualmente, manter a vegetação da borda para proteção da água e cercar para evitar a entrada de animais, inclusive os animais silvestres, para não contaminar a água. A água pode ser captada usando bomba flutuante e placas solares e levada para os bebedouros para animais silvestres e bovinos, ambos se beneficiariam sem comprometer a qualidade da água na sua fonte. Essas alternativas não garantem fornecimento de água durante períodos com secas extremas.

É importante manter a vegetação existente, pois além de evitar os processos erosivos, mantém a umidade do solo e água de melhor qualidade, como também propiciar um ambiente mais confortável para os animais silvestres, que também vão se beneficiar deste ambiente aquático. Normalmente o procedimento de aprofundamento do leito das baías é feito quando os ambientes estão secos (Figura 2C), antes do início das chuvas e da inundação, quando o acesso de máquinas é possível. A remoção da vegetação geralmente implica em movimentação e deposição de sedimentos na borda do corpo d'água uma vez que esta tem sido a solução mais viável. Essa disposição descaracteriza o ambiente, assim como pode modificar o fluxo da água, e em curto prazo trazer danos ao ambiente.

Tanques escavados ou açudes

As áreas mais altas ou mais distantes dos rios tem menor chance de inundação e secam mais rápido, nesses locais os tanques escavados tem sido usados para reter água por mais tempo por serem ambientes um pouco mais profundos. Os tanques devem ser feitos no final do período seco para acumular água no período chuvoso e reter para a próxima fase seca. Exemplos de tanques escavados estão mostrados na Figura 3.



Figura 3. Tanques escavados na Planície Pantaneira mostrando os depósitos de sedimento nas bordas com pouca ou nenhuma vegetação (A a D) e tanques com vegetação na borda (E e F).

Os tanques geralmente são construídos usando máquinas que escavam o solo e o depositam nas laterais, como nas baías aprofundadas (Figura 2B). Como o sedimento retirado e depositado na borda do tanque é de uma camada mais profunda do solo, a vegetação demora para colonizar e o sedimento vai retornando ao corpo d'água (Figura 3 A, B, C e D). Os tanques mostrados nas Figuras 3E e 3F devem ter sido construídos há mais tempo ou ter menos uso por animais, o que possibilitou o crescimento da vegetação na borda. Assim como nas baías aprofundadas, manter a vegetação na borda do corpo d'água é imprescindível para a conservação e a manutenção da qualidade da água.

Os tanques podem ser cercados para evitar que os animais entrem na água e contaminem a mesma com fezes e urina (Figura 4). E mesmo mantendo a vegetação na borda ou cercando os tanques, a qualidade pode deteriorar nos períodos de seca, ocorrendo florações de algas (Figura 4A), o que é comum no período seco no Pantanal.



Figura 4. Tanques para dessedentação cercados para evitar a entrada dos bovinos na água. (A) Tanque com floração de algas e (B) sem floração de algas.

Captação e armazenamento de água subterrânea

As águas subterrâneas são as águas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo; estão na camada superficial do solo, ou mais profunda, dentro dos aquíferos, que são corpos hidrogeológicos com capacidade de acumular e transmitir água através dos seus poros, fissuras ou espaços resultantes da dissolução e carreamento de materiais rochosos (Resolução Conama nº 396 - Brasil, 2008).

Para uso das águas subterrâneas são escavados poços manuais (poço raso, cisterna, cacimba ou amazonas) ou tubulares (artesianos ou semiartesianos). Os poços manuais geralmente são revestidos com tijolos ou anéis de concreto, com diâmetro superior a 1 m e atingem até 20 m de profundidade. Já os poços tubulares são obras de engenharia geológica de acesso à água subterrânea, executada com sonda perfuratriz com perfuração vertical, diâmetro de 2 a 36", em profundidade de até 2.000 m (Resolução CERH/MS nº 40, de 03 de outubro de 2016, republicada em 13/03/2017).

Na década de 1960, mais especificamente entre os anos de 1960 a 1974, o Pantanal passou por um período de seca extrema (Alho; Silva, 2012). Como alternativas para prolongar a retenção da água da chuva e da inundação para a dessedentação no período da seca foram construídos poços de draga (ou tanques escavados) e poços tubulares, presentes até hoje. São comuns no Pantanal os poços tubulares com profundidade entre 30 e 50 metros (semiartesianos).

É o caso da fazenda Nhumirim, de propriedade da Embrapa Pantanal, na qual foram perfurados vários poços na década de 1960, sendo o bombeamento da água feito inicialmente com bombas acionadas por cata-ventos (Figura 5). Como o trabalho de manutenção dos cata-ventos (necessidade frequente de completar o nível de óleo para lubrificação das engrenagens) era perigoso devido à altura das torres, alguns cata-ventos foram substituídos por bombas estacionárias de motor a diesel, pois na época o diesel era barato e compensava o seu uso. Porém, o motor a diesel necessita de visitas frequentes para o seu funcionamento, já os cata-ventos

podem funcionar ininterruptamente.

Considerando que o vento normalmente existente no Pantanal é suficiente, o uso de cata-vento é uma solução de baixo custo e uma torre de aproximadamente 10 a 15 metros de altura para a instalação do cata-vento é suficiente. No passado os cata-ventos necessitavam de mais manutenção, mas os modelos atuais funcionam com rolamentos blindados, e apesar da menor necessidade de manutenção, ainda exigem mão de obra especializada, tanto da bomba quanto das engrenagens na torre.

Em qualquer sistema de bombeamento de água no Pantanal há a necessidade de manutenção periódica, pois pode haver desgaste da bomba e entupimentos na tubulação, por conta dos solos arenosos. Neste caso podem ser usados filtros, caixas de areia, decantadores para evitar o excesso de manutenção e o rápido desgaste do equipamento.

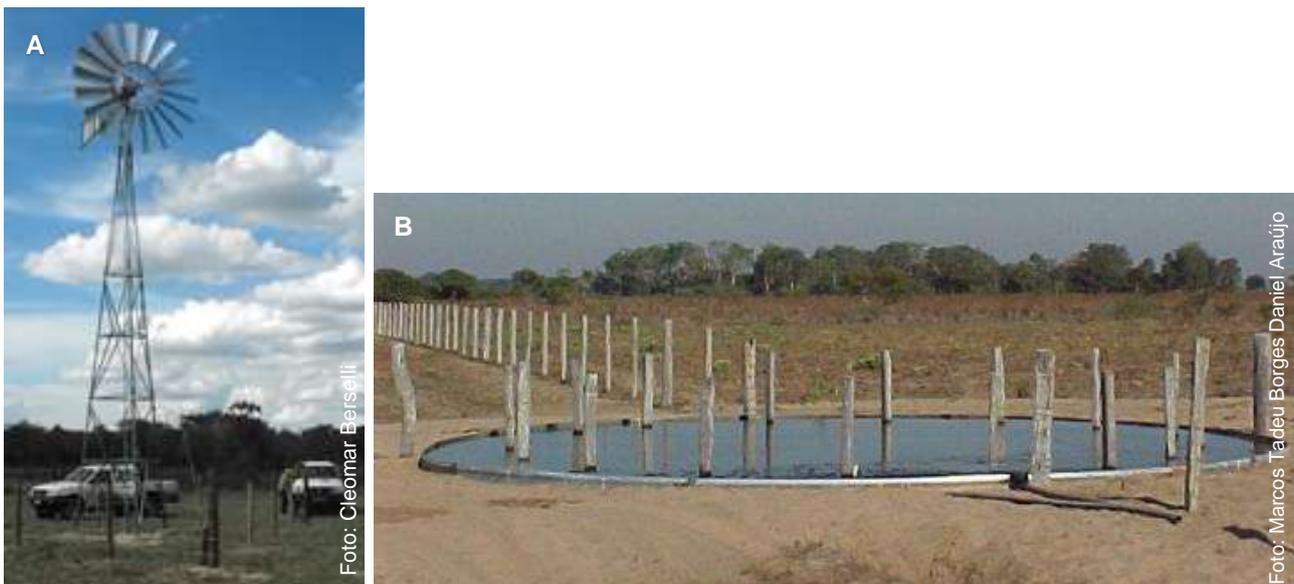


Figura 5. (A) Cata-vento usado para acionar bomba para succionar água até o bebedouro (B) para dessedentação animal na Fazenda Nhumirim da Embrapa Pantanal na sub-região da Nhecolândia, MS.

A alternativa ao uso do cata-vento e da bomba estacionária (movida a diesel) é a energia solar fotovoltaica, desde que sejam utilizadas bateria e placas solares adequadas, para que o sistema funcione no modo automático, não sendo necessárias visitas diárias. O sistema deve funcionar de modo que não haja captação de água além do necessário para os animais da fazenda. É imprescindível que o sistema não desperdice água a partir dos bebedouros, para evitar formar lama ao redor dos tanques.

O esquema da Figura 6 mostra uma sugestão de projeto de captação e distribuição de água por gravidade implantado em uma das fazendas do programa Fazenda Pantaneira Sustentável - FPS (Figura 7). A disposição do poço e dos bebedouros procurou atender 4 invernadas. O projeto prevê também bebedouros para os animais silvestres, que devem ser distribuídos ao longo do sistema.

Para o dimensionamento da quantidade de água necessária numa unidade de manejo tem sido utilizado o índice de requerimento de água (IARA) proposto por Santos et al. (2013) na ferramenta FPS (Fazenda Pantaneira Sustentável) que considera os seguintes aspectos: a categoria animal, o número de animais, a disponibilidade e a qualidade da água.

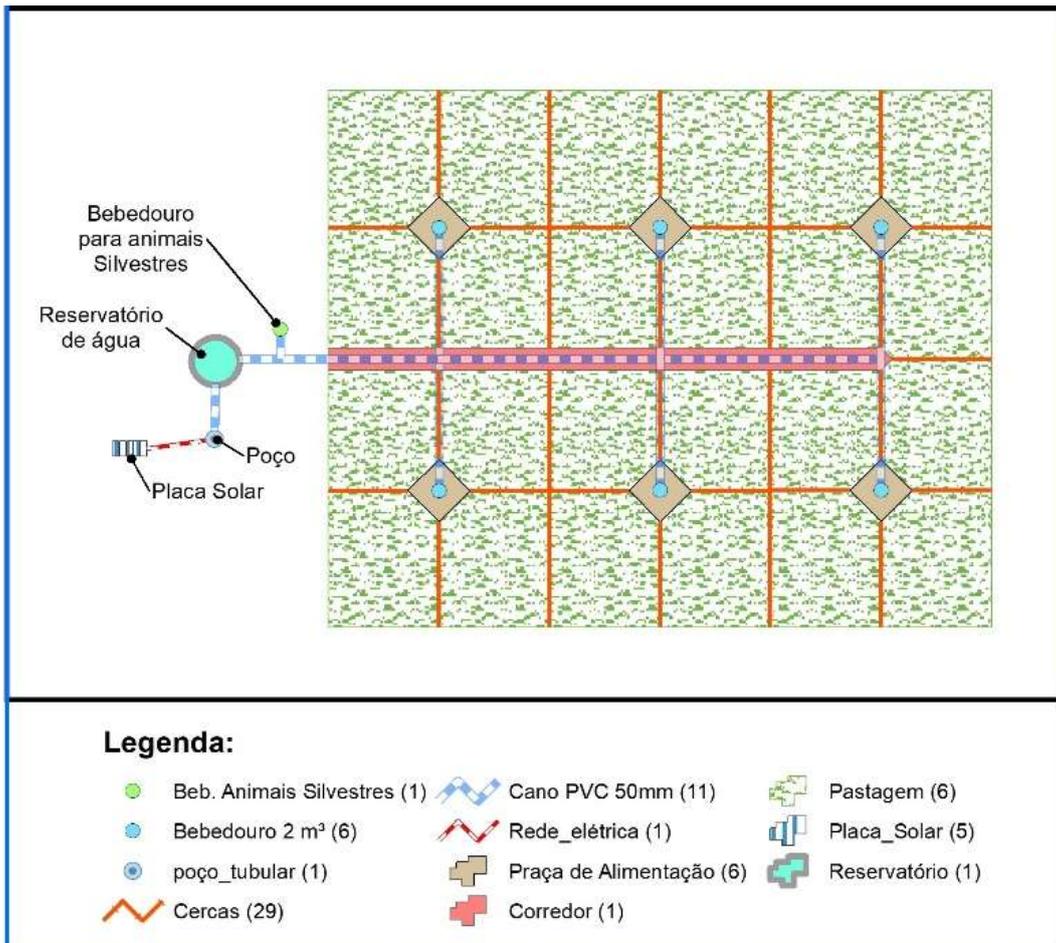


Figura 6. Esquema para captação de água em poço tubular, com bombeamento usando energia solar fotovoltaica e distribuição de água para as invernadas.

Fonte: Elaborado por Rafael dos Santos Sales.



Foto: Zilca Campos

Figura 7. Sistema implantado em fazenda do Pantanal mostrando o poço e as placas solares fotovoltaicas.

O uso da água subterrânea apresenta muitas vantagens em relação ao uso das águas superficiais, como mostrado na Tabela 2. Uma vez que a área do Pantanal é constituída por propriedades privadas, em caso de secas extremas os proprietários podem captar água subterrânea e disponibilizar para os animais silvestres, que pode ser em bebedouros específicos ou mesmo repondo água nas baías e açudes. Além disso, a água captada em poços também pode ser usada para ajudar a controlar incêndios na propriedade.

Apesar do potencial de uso da água subterrânea, existe uma incerteza da disponibilidade e da quantidade de água quando se realiza a perfuração dos poços tubulares. Em estudos realizados em projetos de assentamentos com escassez de água na região do Pantanal no Corixo Grande, em Cáceres, MT, foram perfurados dezoito poços tubulares, sendo catorze improdutivos ou secos e quatro com baixa a média produção. A solução encontrada nesse caso foi a captação de água da chuva. Assim, mapeamentos da água subterrânea no Pantanal são necessários para indicar os locais mais prováveis de se encontrar água, para evitar esforços exaustivos perfurando poços sem sucesso.

Armazenamento da água em bebedouros

A água captada dos poços é distribuída em bebedouros, com entrada controlada por meio de boias, que mantêm o nível da água e evitam o desperdício. Idealmente, cada bebedouro deve estar situado na confluência de 2 ou 4 invernadas (Figura 8A) a fim de otimizar a distribuição da água com a redução de custo com a tubulação. A tubulação deve ser enterrada no solo e recomenda-se uma profundidade de 80 cm para proteção da tubulação.

Para armazenar a água são recomendados o uso de bebedouros de cimento (Figura 8A) ou do tipo australiano (Figura 8B). Na instalação destes deve-se considerar as recomendações técnicas quanto a localização, altura, formato (redondo, retangular) conforme Coimbra (2007), e o espaço linear por animal. Bebedouros instalados de forma incorreta podem significar conflitos entre os animais e desperdício de água. Testes feitos com vacas leiteiras por Teixeira et al. (2004) indicam que elas preferem bebedouros maiores, com 120 cm de diâmetro e 60 cm de altura.

É recomendado colocar o bebedouro em local sombreado ou com cobertura com telha para evitar o aquecimento excessivo da água que tem influência no consumo pelos animais. Também pode cobrir parte do tanque, desde que isso não prejudique o acesso dos animais a água.

É importante evitar a formação de lama ao redor dos bebedouros como na Figura 8A. A lama pode ser um fator de estresse para os animais, fazendo com que eles evitem a área do bebedouro, diminuindo o consumo de água. A correta instalação do bebedouro, bem como sua manutenção, principalmente verificando se a boia não foi danificada, contribuem para que não ocorra extravasamento da água e empoçamento ao redor do bebedouro.



Figura 8. (A) Bebedouro de cimento e (B) bebedouro tipo australiano.

Cuidados com a fauna silvestre nos poços e bebedouros

Os bebedouros são também utilizados pela fauna silvestre em épocas de secas extremas (Figura 9), sendo locais indicados para a observação indireta da fauna, podendo ser incluídas em roteiros de turismo rural (Muri et al., 2007). O acesso desses animais aos bebedouros pode ser facilitado por rampas (Figura 10).



Figura 9. Presença de animais silvestres em bebedouros artificiais na Planície Pantaneira (A) Tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*); (B) aves e (C) arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*).

Por outro lado, os bebedouros podem ser armadilhas para os animais silvestres, que podem cair nos tanques e morrer por falta de apoio para saírem. Para evitar esses acidentes recomenda-se o uso de degraus (ex.: pedras empilhadas) (Figuras 10A) do lado de dentro dos bebedouros a fim de facilitar a saída dos animais e evitar que caiam ao beber água (Muri et al., 2007). Também podem ser instaladas nas proximidades bebedouros menores, no nível do solo, para os animais silvestres, conforme esquema proposto na Figura 6.

Nos bebedouros maiores é possível fazer uma rampa para facilitar o acesso dos animais, mas é preciso evitar a entrada de terra no bebedouro, o que pode depreciar a qualidade da água para os bovinos se o bebedouro não for limpo de forma constante. Na área do poço semiartesiano também é imprescindível colocar cerca de proteção com tela para impedir o acesso de humanos e animais, para evitar acidentes. Essa cerca tem que ser com tela nos quatro cantos e também na parte de cima, para evitar animais como quatis, macacos, alguns pássaros, dentre outros.



Figura 10. Rampa de acesso externa ao bebedouro e escada de tijolos ou pedras, internamente (A) e pegadas de animais na rampa de acesso ao bebedouro (B).

Qualidade da água disponível para consumo dos bovinos

De maneira geral os produtores rurais do Pantanal não se preocupam com a qualidade da água servida aos animais, pode ser tanto pelo desconhecimento da sua qualidade quanto da importância para o desempenho animal.

Para saber sobre a qualidade da água a pergunta mais comum que os produtores fazem é: minha água é boa? Mas a pergunta correta é: minha água é boa para qual tipo de uso? Somente com a definição do tipo de uso é que podemos saber se a água está de acordo com o padrão de qualidade para aquele tipo de uso.

O Brasil tem duas Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente que determinam os padrões de qualidade das águas: resolução Conama nº 357 de 2005 (Brasil, 2005) que classifica as águas superficiais e resolução Conama nº 396 de 2008 (Brasil, 2008) que classifica as águas subterrâneas. De acordo com as características naturais e aquelas resultantes do uso das águas (odor, sabor, aparência, propriedades físicas e químicas, teor de macro e microminerais, presença de substâncias tóxicas e de micro-organismos) estas são classificadas em classes, de especial, que são as nascentes por exemplo, até a classe 4, para usos menos exigentes como a navegação.

Para a dessedentação animal são preferíveis as águas da classe especial, mas podem ser usadas águas da classe 3 ou no máximo 4, dependendo do grau de contaminação dessas águas. De acordo com a resolução Conama nº 357, para as águas de classe 3 os limites máximos para os parâmetros mais comumente medidos são: sólidos dissolvidos (500 mg/L), ferro dissolvido (5,0 mg/l), nitrato (10 mg/L), cloreto (250 mg/L), sulfato (250mg/L), e o pH entre 6 e 9. Os valores máximos para a clorofila (estimativa da concentração das algas) é de 60 µg/L e os valores de densidade de cianobactérias (podem produzir toxinas) para dessedentação de animais não devem exceder 50.000 cel./ml, a densidade de coliformes termotolerantes em sistemas de criação intensiva (animais confinados) deve ser menor que 1000 ind./100mL, já para sistemas extensivos como do Pantanal não há limites estabelecidos.

As águas superficiais da Planície Pantaneira são muito variáveis em suas características químicas e entre as fases de seca e cheia, podendo ter pH ácido (em torno de 5,5), grande quantidade de matéria orgânica, alta concentração de coliformes, superior ao limite máximo recomendado pela legislação (Oliveira; Calheiros, 2011). Em geral são ambientes de pequena profundidade (< 1m), onde frequentemente ocorre ressuspensão do sedimento do fundo e a água fica turva, restando apenas lama até secar completamente, durante secas mais prolongadas (Figura 11A). Devido a redução do volume de água ocorre concentração dos nutrientes, incrementados a partir das fezes e urina de bovinos, pois estes se concentram nos corpos d'água (Figura 11B), além dos animais silvestres, principalmente os jacarés (Campos; Mourão, 2020).

Dentre os parâmetros medidos no Pantanal os valores de fósforo, clorofila e coliformes termotolerantes ultrapassaram os valores máximos permitidos principalmente no período seco (Oliveira; Calheiros, 2011), já as formas de nitrogênio foram menores porque os valores máximos permitidos são muito altos para as águas

da Bacia do Rio Paraguai (Oliveira et al., 2019). As autoras relacionaram o incremento de nutrientes e de coliformes termotolerantes em ambientes com uso intenso pelos bovinos em baías da Nhecolândia, e esse enriquecimento das águas com nutrientes favorece o desenvolvimento de algas e das macrófitas aquáticas que podem cobrir toda a lâmina d'água (Figura 11B e 11C).



Figura 11. Uso dos ambientes aquáticos pelos animais (A), tanque escavado com pouca água e muitas macrófitas aquáticas (B) e tanque escavado mostrando água com algas (C).

Os bovinos podem rejeitar a água com sabor e cheiro mais fortes e diminuir o consumo (Beede, 2006). Experimentos conduzidos por Harris (1992), Willms et al. (2002) e Lardner et al. (2005) mostraram que bovinos ingerem mais água quando essa é de boa qualidade, e maior ingestão de água favorece o ganho de peso, com melhora do processo digestivo conforme relatado anteriormente no item Importância da água para os bovinos.

As águas contaminadas também oferecem risco a saúde dos animais pois podem conter patógenos que causam doenças como botulismo (Dutra et al., 2001; Souza et al., 2011), leptospirose bovina (Pellegrin et al., 1999), diarreias principalmente em animais mais jovens causadas por bactérias coliformes (Coura et al., 2014) e doenças neurológicas que podem ser causadas pelas toxinas produzidas por algas do grupo das cianofíceas, abundantes nas lagoas salinas do Pantanal (Santos; Sant'Anna, 2010; Silva et al., 2014).

Durante o período seco há concentração de animais nos açudes e muitos bovinos podem, na tentativa de beber água, ficar presos na lama e morrer (Figura 12). Quando começam as chuvas o volume de água aumenta, mas a qualidade ainda é muito ruim. Animais silvestres também podem ser prejudicados pela contaminação das águas, mas não há estudos que avaliem os efeitos da contaminação da água do Pantanal sobre bovinos ou animais silvestres.



Figura 12. Açude secando durante o período de seca com bovinos atolados e a presença de muitos animais silvestres (jacarés e capivaras).

A dessedentação dos animais está entre os usos preponderantes da água subterrânea, segundo a resolução Conama nº 396, artigo 2 (Brasil, 2008), e tem sido feita no Pantanal desde a década de 1970 em períodos de secas extremas. Dentre as vantagens listadas na Tabela 2 considera-se que nos bebedouros seja possível controlar melhor a qualidade da água oferecida aos animais. Estudos de Willms et al. (2002), Bicudo e Gates (2002) e Bica et al. (2005, 2006) mostraram que a qualidade da água em poços de água subterrânea é superior as águas superficiais (rios e lagos). Isso tem impacto positivo no desempenho dos animais que ingerem mais água quando está livre de coliformes (Bica et al., 2006).

Os bebedouros devem ter água com renovação constante, e se não é possível a limpeza diária, o produtor deve estipular uma frequência de limpeza adequada a sua realidade produtiva (Palhares, 2016). As fotos da Figura 13 mostram bebedouros em fazendas do Pantanal com necessidade de limpeza.

Parâmetros químicos como pH, sólidos dissolvidos, sulfato, cloretos, nitrato, dureza e ferro são considerados importantes na água fornecida aos animais, e dentre os biológicos estão os coliformes e as algas cianofíceas (Wright, 2007; Mahdy et al. 2016). Mas a própria resolução Conama nº 396 no seu artigo 35 (Brasil, 2008) diz que deverão ser fomentados estudos para definição de valores máximos permitidos que reflitam as condições nacionais, especialmente para dessedentação de animais e irrigação.

Apesar do escasso registro sobre as características das águas subterrâneas no Pantanal é possível identificar a presença de águas salobras (sabor), ferruginosas (cheiro e coloração amarelada) e com sedimento (aspecto leitosa) a partir de observações e relatos dos moradores da região. A resolução Conama nº 396 recomenda monitorar no mínimo sólidos dissolvidos, nitrato e coliformes termotolerantes nas águas subterrâneas, cujos limites para classe 3 são: 1.000 mg/L de sólidos dissolvidos, 10mg/L de nitrato e ausência de coliformes termotolerantes. O valor máximo permitido para o ferro é de 0,3 mg/L.

A água do poço da Fazenda Nhumirim, localizada na região da Nhecolândia, tem aspecto leitoso, com concentrações altas para sódio (6,9 mg/L), potássio (11,3 mg/L), cloreto (26,7 mg/L) e nitrato (9,7 mg/L) quando comparada à água do rio Paraguai, por exemplo (Oliveira et al., 2019). Em assentamentos rurais da borda Oeste do Pantanal, nos municípios de Corumbá e Ladário, a água subterrânea também apresenta valores elevados para cálcio (102 mg/L), potássio (53 mg/L), magnésio (77 mg/L) e nitrato (24 mg/L), segundo Oliveira et al. (2016b).

Contaminação da água subterrânea por formas nitrogenadas, principalmente por nitrato, podem ser evitadas, quando ao perfurar um poço observar a sua localização, que deve ser longe de currais e chiqueiros para evitar a contaminação da água a partir do lençol freático.



Figura 13. Bebedouros usados para dessedentação animal em fazendas do Pantanal que necessitam de limpeza (observar o aspecto da água).

Para saber mais sobre qualidade da água na produção animal assista aos vídeos: Qualidade da água na produção animal ⁽¹⁾ e Fontes de água ⁽²⁾.

Legislação para uso da água: outorga

Para se utilizar a água subterrânea é obrigatório possuir a outorga de uso da água. A outorga é uma autorização dada pelo órgão estadual ou federal para que o produtor possa consumir determinado volume de água do poço. Outorga não é a licença ambiental. Tanto no Mato Grosso como no Mato Grosso do Sul, para utilizar água subterrânea do aquífero, para qualquer finalidade, é necessário solicitar autorização para perfuração de poço tubular, e após a perfuração verificar as características hidrodinâmicas dos poços. É neste momento que será classificado se entra como cadastro de uso insignificante (até 10 m³ de água/dia) ou se precisa outorga, acima desse valor. No caso de ter mais de um poço na propriedade deve-se somar o volume de captação dos poços para saber se enquadra ou não em usos insignificantes. E mesmo quando não precisar de outorga, toda captação de água subterrânea deve obrigatoriamente ser cadastrada no cadastro de usuário de recursos hídricos.

⁽¹⁾ Embrapa Pecuária Sudeste. **Qualidade da água na produção animal**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pDb4khYtYyE>. Acesso em 10 dez. 2010. Coordenação Júlio Cesar Palhares. Produção e edição de Aianne Amado.

⁽²⁾ Embrapa Pecuária Sudeste. **Fontes de água**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-P2uYs-LH4e>. Acesso em 12 dez. 2021. Coordenação Júlio Cesar Palhares. Produção e edição de Aianne Amado.

O arcabouço legal de água subterrânea está na Lei nº 9.612 de 12/09/2011, a qual dispõe sobre a administração e a conservação das águas subterrâneas de domínio do Estado do Mato Grosso (Mato Grosso, 2011), na Resolução nº 44 de 11/10/2011, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, que estabelece critérios técnicos a serem aplicados nas análises dos pedidos de outorga subterrânea (Mato Grosso, 2011) e na Instrução Normativa da Secretaria de Meio Ambiente do Mato Grosso - SEMA nº 05 de 22/08/2017, que dispõe sobre os procedimentos a serem adotados para os processos de outorga (Mato Grosso, 2017). A legislação está no portal da SEMA ⁽³⁾.

No Mato Grosso do Sul, a Lei Estadual nº 2.406, de 29 de janeiro de 2002 (Mato Grosso do Sul, 2002), institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a Resolução CERH/MS nº 40, de 03 de outubro de 2016 (república em 13/03/2017 - Mato Grosso do Sul, 2017), estabelece critérios de uso dos recursos hídricos subterrâneos considerados insignificantes, e o Decreto nº 13.990, de 2 julho de 2014 (Mato Grosso do Sul, 2014), regulamenta a outorga de direito de uso dos recursos hídricos. A legislação está no portal do Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul – IMASUL ⁽⁴⁾.

Já a acumulação de água em tanques escavados (açudes) e as captações em poços, cacimbas ou escavados manualmente estão dispensados de cadastro ou outorga, pois captam água na camada subsuperficial, mas podem exigir licença ambiental para sua construção.

Os aspectos da legislação apresentados aqui são apenas orientadores, deve-se analisar minuciosamente as leis sugeridas e consultar os órgãos gestores dos recursos hídricos estaduais para mais informação, porque a outorga não elimina o dever de requerer licença ambiental, é preciso observar a legislação ambiental dos dois Estados para realizar intervenção nos corpos d'água naturais, como aprofundamento de baías e tanques existentes, ou escavação de novos tanques, para dessedentação animal.

Considerações finais

A importância da água para a atividade pecuária no Pantanal fica evidente nos momentos de secas extremas, mostrando que é necessário manejá-la para evitar restrições, tanto para a produção pecuária quanto para manter a vida silvestre.

Dentre os meios disponíveis para a dessedentação animal, e considerando a quantidade e a qualidade das águas observadas na Planície Pantaneira no período seco, recomendamos que seja feita a captação de água, que pode ser tanto de água superficial ou subterrânea, e essa seja distribuída em bebedouros, que permitem maior controle da qualidade da água.

As principais vantagens de captar e distribuir em bebedouros, desde que feitos da forma como recomendada neste estudo, são a maior garantia de oferta de água o ano todo, melhor qualidade e um uso mais sustentável, pois a captação da água diminui o uso dos ambientes aquáticos pelos animais domésticos, contribuindo para a conservação desses ambientes e da biodiversidade do Pantanal. Para a fauna silvestre os bebedouros utilizados na pecuária podem ser adaptados. No entanto, o ideal é que sejam construídos especificamente para atender a fauna silvestre.

⁽³⁾ Mais informações podem ser encontradas nos links: <http://sema.mt.gov.br/site/index.php/sema/noticias/3868-como-solicitar-servicos-de-outorga-cadastro> e <http://www.sema.mt.gov.br/site/index.php/idades-administrativas/recursos-hidricos>. Acesso em: 12 dez. 2020.

⁽⁴⁾ Mais informações podem ser encontradas nos links: <https://www.imasul.ms.gov.br/outorga-de-direito-de-uso-dos-recursos-hidricos/> e <https://www.imasul.ms.gov.br/recursos-hidricos/>. Acesso em: 12 dez. 2020.

Agradecimentos

À Associação dos Criadores de Mato Grosso (Acrimat), a Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso (Famato), ao Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária (IMEA) e aos produtores rurais, parceiros na implantação da ferramenta Fazenda Pantaneira Sustentável. Aos técnicos do Senar-MT, Hernnann Faria Feliciano da Silva, Lévender da Silva Matos, Vitor Hugo Tadano Padilha, e aos funcionários da Embrapa Pantanal, particularmente aos colegas Marcos Tadeu Borges Daniel Araújo e Cleomar Berselli, por compartilharem as informações e as fotos sobre o tema apresentado neste estudo.

Referências

- ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). **Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PRH Paraguai**: resumo executivo. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2018. 180p. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/portal/SAS/PRH_Paraguai/PF-02_PRH_Paraguai_Resumo_Executivo.pdf. Acesso em: 2 dez. 2020.
- ALHO, C. J. R.; SILVA, J. S. V. Effects of severe floods and droughts on wildlife of the Pantanal Wetland (Brazil): a review. **Animals**, v. 2, p. 591-610, 2012. DOI:10.3390/ani2040591.
- APARECIDO, L. E. O.; LORENÇONE, P. A.; LORENÇONE, J. A.; MENESES, K. C.; MORAES, J. R. S. C. Climate changes and their influences in water balance of Pantanal biome. **Theoretical and Applied Climatology**, v.143, p. 659-674, oct. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03445-4>.
- BEEDE, D. K. **Evaluation of water quality and nutrition for dairy cattle**. East Lansing : Michigan State University, High Plains Dairy Conference2006. . p. 129-154. Disponível em: <http://www.highplainsdairy.org/2006/Beede.pdf> >. Acesso em: 03 dez. 2020.
- BICA, G. S. **Bebedouros**: bem-estar animal e proteção ambiental no suprimento de água para bovinos de corte. 96f. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- BICA, G. S.; MACHADO FILHO, L.C.P.; TEIXEIRA, D. L.; SOUZA, G. P. P.; PROBST, R. Comportamento e desempenho de bovinos de corte supridos com açude ou bebedouro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa, PB. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006.
- BICUDO, J. R.; GATES, R. S. Water consumption, air and water temperature issues related to portable water systems for grazing cattle. In: ASAE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING / CIGR WORLD CONGRESS, 15., 2002, Chicago, Illinois, USA. **Anais...** St. Joseph, MI, USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2002. DOI: 10.13031/2013.12628. Disponível em: <https://elibrary.asabe.org/login.asp?search=0&JID=5&AID=12628&CID=cil2002&v=&i=&T=2>. Acesso em: 03 dez. 2020.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011 Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 53, p.58-63, 18 março 2005. Disponível em: http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/projetos/qualidade-da-agua/legislacao/resolucoes/resolucao-conama-no-357-de-17-de-marco-de-2005/at_download/file. Acesso em: 20 out. 2020.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 66, p.64-68, 7 abril 2008, Seção 1. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/projetos/qualidade-da-agua/legislacao/resolucoes/resolucao-conama-no-396-de-3-de-abril-de-2008/view>. Acesso em: 20 out. 2020.
- CAMPOS, Z. M; MOURÃO, G. M. **Como o jacaré-do-pantanal, *Caiman yacare*, resiste a períodos secos na região central do Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2020. (Embrapa Pantanal. Documentos, 165). 16p.
- COIMBRA, P. A. D. **Aspectos extrínsecos do comportamento de bebida de bovinos em pastoreio**. 2007. 104 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/89821>. Acesso em 2 dez. 2020.
- COURA, F. M.; LAGE, A. P.; HEINEMANN, M. B. Patotipos de *Escherichia coli* causadores de diarreia em bezerros: uma atualização. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 9, p. 811-818, 2014.
- DUTRA I. S.; DÖBEREINER, J.; ROSA, I. V.; SOUZA, L. A. A.; NONATO, M. Surtos de botulismo em bovinos no Brasil

associados à ingestão de água contaminada. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 43-48. 2001.

HARRIS JR. B.; VANHORN, H. H. **Water and its importance to animals**. Gainesville: Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 2003. 8p. Disponível em:
<https://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/47/27/00001/DS08500.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2020.

IGBOKWE, I. O. The effects of water deprivation in livestock ruminants: an overview. **Nutrition Abstracts and Reviews**, v. 67, n. 12, p. 905-914, 1997.

LARDNER, H. A.; KIRYCHUK, B. D.; BRAUL, L.; WILLS, W. D.; YAROTSKI, J. The effect of water quality on cattle performance on pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 56, n. 1, p. 97- 104, 2005.

LÁZARO, W. L.; OLIVEIRA-JÚNIOR, E. S. SILVA, C.J.; CASTRILLON, S.I.; MUNIZ, C.C. Climate change reflected in one of the largest wetlands in the world: an overview of the Northern Pantanal water regime. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 32, e104, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s2179-975x7619>. Acesso em: 10 dez. 2020.

MARENGO, J. A.; CHOU, S. C.; KAY, G.; ALVES, L. M.; PESQUERO, J. F.; SOARES, W. R.; SANTOS, D. C.; LYRA, A. A.; SUEIRO, G.; BETTS, R.; CHAGAS, D. J.; GOMES, J. L.; BUSTAMANTE, J. F.; TAVARES, P. Development of regional future climate change scenarios in South America using the Eta CPTEC/HadCM3 climate change projections: climatology and regional analyses for the Amazon, São Francisco and the Paraná River basin. **Climatic Dynamics**, v. 38, p.1829-1848, 2012. DOI: 10.1007/s00382-011-1155-5.

MAHDY, C. E.; BOARU, A.; POPESCU, S.; BORDA, C. Water quality, essential condition sustaining the health, production and reproduction in cattle: a review. **Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies**, v. 73, n. 2, p. 1-13. 2016. DOI:10.15835/buasvmcn-asb: 12156.

MATO GROSSO. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Resolução nº 44, de 11 de outubro de 2011. **Diário Oficial [do] Estado de Mato Grosso**, Cuiabá, MS, n. 25667, p.27, 19 outubro 2011. Disponível em:
<https://www.iomat.mt.gov.br/portal/edicoes/download/2971>. Acesso em: 20 out. 2020.

MATO GROSSO. Lei nº 2.406, de 29 de janeiro de 2011. Dispõe sobre a administração e a conservação das águas subterrâneas de domínio do Estado e dá outras providências. **Diário Oficial [do] Estado de Mato Grosso**, Cuiabá, MS, n. 25641, p.1-3, 12 setembro julho 2011. Disponível em:
<https://www.iomat.mt.gov.br/portal/visualizacoes/pdf/2941/#/p:1/e:2941>. Acesso em: 20 out. 2020.

MATO GROSSO DO SUL. Decreto nº 13.990, de 2 de julho de 2014. Regulamenta a outorga de direito de uso dos recursos hídricos, de domínio do Estado de Mato Grosso do Sul. **Diário Oficial [do] Estado de Mato Grosso do Sul**, Campo Grande, MS, n. 8.707, p.4-6, 3 julho 2014. Disponível em:
https://www.spdo.ms.gov.br/diariodoe/Index/Download/DO8707_03_07_2014. Acesso em: 20 out. 2020.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 5, de 22 de agosto de 2017. Dispõe sobre os procedimentos a serem adotados para os processos de outorga de uso de recursos hídricos de domínio do Estado de Mato Grosso. **Diário Oficial [do] Estado de Mato Grosso**, Cuiabá, MS, n. 27089, p.37, 22 agosto 2017. Disponível em: <https://www.iomat.mt.gov.br/portal/edicoes/download/14956>. Acesso em: 20 out. 2020.

MATO GROSSO DO SUL. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. Resolução CERH/MS nº 40, de 03 de outubro de 2016. Estabelece critérios de uso de recursos hídricos subterrâneos considerados insignificantes. **Diário Oficial [do] Estado de Mato Grosso do Sul**, Campo Grande, MS, n. 9.367, p.8-9, 13 março 2017. Disponível em:
https://www.spdo.ms.gov.br/diariodoe/Index/Download/DO9367_13_03_2017. Acesso em: 20 out. 2020.

MATO GROSSO DO SUL. Lei nº 2.406, de 29 de janeiro de 2002. Institui a Política Estadual dos Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e dá outras providências. **Diário Oficial [do] Estado de Mato Grosso do Sul**, Campo Grande, MS, n. 5.682, p.1-7, 30 janeiro 2002. Disponível em:
https://www.spdo.ms.gov.br/diariodoe/Index/Download/DO5682_30_01_2002. Acesso em: 20 out. 2020.

MURI, A. F.; PIOVEZAN, U.; LIMA, T. N.; RIBEIRO, D. B.; MARTINS, F. I.; MARTINEZ, T. O. **Piletas: água para o gado e para a fauna no Pantanal da Nhecolândia**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2007. 5 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 59). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAP/55922/1/COT59.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2020.

NRC. National Research Council. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington, DC: National Academic, 1996. 242 p.

NEJAD, J. G.; LOHAKARE, J. D.; WEST, J. W.; KIM, B. W.; LEE, B. H.; SUNG, K. I. Effects of water restriction following feeding on nutrient digestibilities, milk yield and composition and blood hormones in lactating Holstein cows under heat stress conditions. **Italian Journal of Animal Science**, v.14, p.479-483, 2015.

NOLLER, C. H.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; QUEIROZ, D. S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; DE FARIA, V. P. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários 'Luiz de Queiroz', 1996. p. 151-184.

NUNES DA CUNHA, C.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J. **Classificação e delineamento das áreas úmidas**

brasileiras e de seus macrohabitats. Cuiabá: EdUFMT, 2015. 165 p.

OLIVEIRA, L. O.; ABREU, U. G. P.; 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, 2016a. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 99). 11p.

OLIVEIRA, M. D.; CALHEIROS, D. F. **Qualidade da água em agroecossistemas do Pantanal:** sub-regiões da Nhecolândia e Poconé. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 109). 2011. 20 p. Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/BP109.pdf>. Acesso em: 03 de dezembro de 2020.

OLIVEIRA, M. D.; HAMILTON, S. K.; CALHEIROS, D. F. Mass balances of dissolved solutes, nutrients, and suspended sediment as water moves through the Pantanal wetland to its outflow (Paraguay River). **Brazilian Journal Water Research**, v. 24, p. 1-15, 2019. DOI: 10.1590/2318-0331.231820170169.

OLIVEIRA, M. D.; OLIVEIRA, J. C.; FEIDEN, A. Características da água disponível para uso doméstico nos Assentamento 72, Ladário, Mato Grosso do Sul. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, 2016b.

PALHARES, J. C. P. **Consumo de água na produção animal.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2013. 6 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Comunicado Técnico, 102). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/148933/1/Comunicado105.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2020.

PALHARES, J. C. P. **Boas práticas hídricas na produção leiteira (versão 2).** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2016. 14 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Comunicado Técnico, 105). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/971085/1/PROCIJCPP2013.00165.pdf>. Acesso em: 03 dez.2020.

PELLEGRIN, A. O.; GUIMARÃES, P. H. S.; SERENO, J. R. B.; FIGUEIREDO, J. P.; LAGE, A. P.; MOREIRA, E. C.; LEITE R. C. **Prevalência da leptospirose em bovinos do Pantanal mato-grossense.** Corumbá: Embrapa Pantanal, 1999. 9 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 22). Disponível em: www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/COT22.pdf. Acesso em: 03 dez de 2020.

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**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 427-432, 1989.

SANTOS, K. R. S.; SANT'ANNA, C. L. Cianobactérias de diferentes tipos de lagoas ("salina", "salitrada" e "baía") representativas do Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.33, n.1, p. 61-83, 2010.

SANTOS, S. A.; LIMA, H. P. de; MASSRUHÁ, S. M. F. S.; ABREU, U. G. P. de; TOMAS, W. M.; SALIS, S. M.; CARDOSO, E. L.; OLIVEIRA, M. D. de; SOARES, M. T. S.; SANTOS JÚNIOR, A.; OLIVEIRA, L. O. F. de; CALHEIROS, D. F.; CRISPIM, S. M. A.; SORIANO, B. M. A.; AMANCIO, C. O. da G.; NUNES, A. P.; PELLEGRIN, L. A. A fuzzy logic-based tool to assess beef cattle ranching sustainability in complex environmental systems. **Journal of Environmental Management**, v. 198, part 2, p. 95-106, 2017.

SANTOS, S. A.; OLIVEIRA, L. O. F. de; ARAUJO, M. T. B. D.; OLIVEIRA, M. D. de; SOARES, M. T. S. Índice de adequação do requerimento de água para bovinos em fazendas do Pantanal. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, 6.; EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO PANTANAL, 1., 2013, Corumbá, MS. **Desafios e soluções para o Pantanal:** resumos. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2013.

SILVA, A. C.; DUTRA, A. M.; DUTRA, I. S. Ocorrência de algas cianofíticas em água de dessedentação de bovinos criados extensivamente. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 5, p. 415-420, 2014.

SOARES, M. T. S.; OLIVEIRA, M.D.; CALHEIROS, D.F.; SANTOS, S. A.; LIMA, H.P. **Protocolo:** Índice de Conservação de Corpos de Água Naturais (ICA) para a Fazenda Pantaneira Sustentável (FPS). Corumbá: Embrapa Pantanal, 2014. 22 p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 128). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1009965/1/DOC128.pdf>. Acesso em: 20 out. 2020.

SORIANO, B. M. A.; PADOVANI, C. R.; FERNANDES, F. A.; FERNANDES, A. H. B. M. Balanço hídrico atual e simulações para cenários climáticos no Pantanal da Nhecolândia, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10 e SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 5., 2017, Petrolina, PE/Juazeiro, BA. **Anais...** Serra Talhada, PE: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2017. p.141.

SOUZA, A. M.; DIAS FILHO, F. C.; DUTRA, I. S.; MARQUES, D. F.; SILVA, S. H.; SOUZA, J. A.; SANTOS, P. M.; GODOI, W. P.; GOMES, R. O. M. Bovinos no município de Cocalinho, Vale do Araguaia, Mato Grosso. **Veterinária e Zootecnia**, v. 18, n. 4, supl. 3, 2011.

TEIXEIRA, D. L.; HÖTZEL, M. J.; COIMBRA, P. A. D.; PINHEIRO, L. C.; FILHO, M.; KERBER, R. L. Preferência de vacas por diferentes tipos de bebedouros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004. Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. p. 1-3.

TOMAS, W. M.; ROQUE, F. de O.; MORATO, R. G.; MÉDICI, P. E.; CHIARAVALLI, R. M.; TORTATO, F. R.; PENHA, J. M. F.; IZZO, T. J.; GARCIA, L. C.; LOURIVAL, R. F. F.; GIRARD, P.; ALBUQUERQUE, N. R.; ALMEIDA-GOMES, M.; ANDRADE, M. H. DA S.; ARAÚJO, F. A. S.; ARAÚJO, A. C.; ARRUDA, E. C. DE.; ASSUNÇÃO, V. A.; BATTIROLA, L. D.; BENITES, M.; BOLZAN, F. P.; BOOCK, J. C.; BORTOLOTTI, I. M.; BRASIL, M. DA S.; CAMILO, A. R.; CAMPOS, Z.; CARNIELLO, M. A.; CATELLA, A. C.; CHEIDA, C. C.; CRAWSHAW JR. P. G.; CRISPIM, S. M. A.; DAMASCENO JUNIOR, G. A.; DESBIEZ, A. L. J.; DIAS, F. A.; EATON, D. P.; FAGGIONI, G. P.; FARINACCIO, M. A.; FERNANDES, J. F. A.; FERREIRA, V. L.; FISCHER, E. A.; FRAGOSO, C. E.; FREITAS, G. O.; GALVANI, F.; GARCIA, A. S.; GARCIA, C. M.; GRACIOLLI, G.; GUARIENTO, R. D.; GUEDES, N. M. R.; GUERRA, A.; HERRERA, H. M.; HOOGESTEIJN, R.; IKEDA, S. C.; JULIANO, R. S.; KANTEK, D. L. Z. K.; KEUROGHLIAN, A.; LACERDA, A. C. R.; LACERDA, A. L. R.; LANDEIRO, V. L.; LAPS, R. R.; LAYME, V.; LEIMGRUBER, P.; ROCHA, F. L.; MAMEDE, S.; MARQUES, D. K. S.; MARQUES, M. I.; MATEUS, L. A. F.; MORAES R. N.; MOREIRA, T. A.; MOURAO, G. M.; NICOLA, R. D.; NOGUEIRA, D. G.; NUNES, A. P.; CUNHA, C. N. DA.; OLIVEIRA, M. D. de; OLIVEIRA, M. R.; PAGGI, G. M.; PELLEGRIN, A. O.; PEREIRA, G. M. F.; PERES, I. A. H. F. S.; PINHO, J. B.; POTT, A.; PROVETE, D. B.; REIS, V. D. A. dos; REIS, L. K. DOS; RENAUD, P. C.; RIBEIRO, D. B.; ROSSETTO, O. C.; SABINO, J.; RUMIZ, D.; SALIS, S. M.; SANTANA, D. J.; SANTOS, S. A.; SARTORI, Â. L.; SATO, M.; SCHUCHMANN, K-L.; SCREMIN-DIAS, E.; SEIXAS, G. H. F.; SEVERONETO, F.; SIGRIST, M. R.; SILVA, A.; SILVA, C. J.; SIQUEIRA, A. L.; SORIANO, B. M. A.; SOUSA, L. M.; SOUZA, F. L.; STRUSSMANN, C.; SUGAI, L. S. M.; TOCANTINS, N.; URBANETZ, C.; VALENTE-NETO, F.; VIANA, D. P.; YANOSKY, A.; JUNK, W. J. Sustainability Agenda for the Pantanal Wetland: perspectives on a collaborative interface for science, policy, and decision-making. **Tropical Conservation Science**, v. 12, p. 1-30, 2019. DOI: 10.1177/1940082919872634.

WILLMS, W. D.; KENZIE, O. R.; MCALLISTER, T. A.; COLWELL, D.; VEIRA, D.; WILMSHURST, J. F.; ENTZ, T.; OLSON, M. E. Effects of water quality on cattle performance. **Journal of Range Management**, v. 55, p. 452-460, 2002.

WRIGHT, C. L. Management of water quality for beef cattle. **Veterinary clinics Food Animal**, v. 23, p. 91-103, 2007.



Pantanal

