

**Qualidade da Água em Agroecossistemas do Pantanal:
Sub-regiões da Nhecolândia e Poconé**



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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 109

Qualidade da Água em Agroecossistemas do Pantanal: Sub-regiões da Nhecolândia e Poconé

Márcia Divina de Oliveira
Débora Fernandes Calheiros

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pantanal

Rua 21 de Setembro, 1880, CEP 79320-900, Corumbá, MS
Caixa Postal 109
Fone: (67) 3234-5800
Fax: (67) 3234-5815
Home page: www.cpap.embrapa.br
E-mail: sac@cpap.embrapa.br

Comitê Local de Publicações:

Presidente: *Suzana Maria de Salis*
Membros: *Ana Maria Dantas Maio*
André Steffens Moraes
Vanderlei Doniseti Acastio dos Reis
Viviane de Oliveira Solano
Secretária: *Eliane Mary P. de Arruda*

Supervisora editorial: *Suzana Maria de Salis*
Normalização bibliográfica: *Viviane de Oliveira Solano*
Tratamento de ilustrações: *Eliane Mary P. de Arruda*
Foto da capa: *Débora Fernandes Calheiros – salina na sub-região da Nhecolândia*
Editoração eletrônica: *Eliane Mary P. Arruda*
Disponibilização na home page: *Marilisi Jorge da Cunha*

1ª edição

1ª impressão (2011): formato digital

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

Qualidade da água em agroecossistemas do Pantanal: sub-regiões da Nhecolândia e Poconé [recurso eletrônico] / Márcia Divina de Oliveira, Débora Fernandes Calheiros. – Dados eletrônicos – . Corumbá: Embrapa Pantanal, 2011.

20 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pantanal, ISSN 1981-7215; 109)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: < <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/BP109.pdf>>

Título da página da Web (acesso em 08 dez 2011).

1. Hidrologia 2. Qualidade da água. 3. Pantanal. I. Oliveira, Márcia Divina de II. Calheiros, Débora Fernandes. III. Título. IV. Série. V. Embrapa Pantanal.

CDD 631.4 (21. ed.)

© Embrapa 2011

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	8
Resultados	9
Caracterização dos ambientes amostrados	9
Influência do uso dos ambientes pelos bovinos	10
Discussão	14
Qualidade de água para dessedentação animal	16
Conclusões	17
Agradecimentos	18
Referências	18

Qualidade da Água em Agroecossistemas do Pantanal: Sub-regiões da Nhecolândia e Poconé

Márcia Divina de Oliveira¹
Débora Fernandes Calheiros²

Resumo

A qualidade dos recursos hídricos em agroecossistemas com atividade pecuária no Pantanal deve estar baseada em dois aspectos: a qualidade da água consumida tanto pela população quanto pelos bovinos, e o quanto a criação de bovinos afeta esta qualidade. Neste estudo avaliou-se o efeito da criação extensiva de bovinos de corte na qualidade da água em duas regiões do Pantanal, visando determinar indicadores de sustentabilidade. Foram avaliados seis agroecossistemas (fazendas), sendo cinco na sub-região da Nhecolândia (MS) e um na sub-região de Poconé (MT), nos quais foram amostrados diferentes corpos d'água (corixos, lagoas ou baías e poços artificiais) em duas épocas do ano. Foram medidos parâmetros como profundidade, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, nitrogênio total, NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , fósforo total, PO_4^{3-} , Na^+ , K^+ , Ca_2^+ , Mg_2^+ , SO_4^{2-} , clorofila-a, turbidez e coliformes totais e termotolerantes. A grande diversidade de ambientes e as variações hidrológicas sazonais resultantes de processos de concentração de íons durante a fase de seca e do nível de inundação (cheia e/ou chuva) exercem grande influência nas características químicas e biológicas naturais dos corpos d'água da Nhecolândia, mascarando muitas vezes o efeito de uso pecuário. Em geral, observou-se tendência à fertilização dos corpos d'água devido às elevadas concentrações de nitrogênio (ion amônio até 4 mg.L^{-1}) e fósforo (ortofosfato até $188 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$) e contaminação por coliformes termotolerantes, alcançando até 7.000 UFC/100 mL em ambientes utilizados pelos bovinos, quando comparados com ambientes sem atividade pecuária. As variáveis utilizadas mostraram-se promissoras como indicadoras da qualidade da água para fins de avaliação da influência da atividade pecuária nos recursos hídricos da planície pantaneira, desde que se caracterize previamente cada ambiente considerando as variações relacionadas com o ciclo hidrológico.

Termos de indexação: Pantanal, agroecossistemas, qualidade de água, nutrientes, coliformes termotolerantes, indicadores.

¹ Bióloga, Dra., Embrapa Pantanal, Caixa Postal 109, 79320-900, Corumbá, MS, mmarcia@cpap.embrapa.br

² Bióloga, Dra., Embrapa Pantanal, Caixa Postal 109, 79320-900, Corumbá, MS, debora@cpap.embrapa.br

Water Quality in Agroecosystems of the Pantanal: Sub-regions of Nhecolândia and Poconé

Abstract

The water quality in the extensive Pantanal floodplain should be considered in two important points: water quality for people and beef cattle production and the effects of cattle beef in the water quality. In this study we evaluated the effects of extensive production of cattle beef in water quality of some farms of Pantanal wetland to identify variables that works as indicator of environmental sustainability. Six farms were considered in this study. Five of them were located in the Nhecolândia region (MS) and one farm were located in the Poconé region (MT). We sampled running waters ("corixo"), lakes ("baías") and artificial ponds, two times a year. Dissolved oxygen, electric conductivity, pH, total nitrogen and phosphorus concentration, ions concentrations (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , Na^+ , K^+ , Ca_2^+ , Mg_2^+ , SO_4^{2-}), chlorophyll-a, turbidity, fecal and total coliforms and water depth were measured. The chemical variety resultant from the water concentration processes and seasonal changes in the hydrologic regime make difficult the evaluation of influence of beef cattle on water quality. We are not able to confirm contamination of water, but we have some evidence of water fertilization by nitrogen (ammonium ion up to 4 mg.L^{-1}) and phosphorus (orthophosphate up to $188 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$) and slight contamination by coliforms (up to 7000 UFC/ 100 mL) in systems with beef cattle production compared to systems where beef cattle were not present. The considered variables were promising to evaluate the influence of beef cattle in the water of Pantanal wetland, since each environment is previously characterized considering changes related to the hydrological cycle.

Index terms: Pantanal wetland, water quality, nutrients, fecal coliform, indicators

Introdução

O manejo inadequado da agricultura e pecuária durante o último século causou alterações expressivas na cobertura vegetal, cursos de água e aquíferos, contribuindo para a degradação dos ecossistemas. Essas alterações afetam negativamente o funcionamento ecológico desses ambientes e os seus respectivos serviços ambientais (FALKENMARK et al., 2007).

Nos últimos anos, as pressões econômicas para melhoria da produtividade dos sistemas de produção de gado de corte no Pantanal têm aumentado representando muitas vezes uma ameaça à sustentabilidade dos ecossistemas se tecnologias de manejo inapropriadas à região forem utilizadas. Como a maior parte da região pantaneira é constituída por propriedades particulares, nas quais a pecuária de corte é a principal atividade econômica, é irreal pensar em conservar e/ou desenvolver planos de conservação do Pantanal sem considerar o sistema de produção de gado de corte da região (SANTOS et al., 2008).

Com um rebanho de aproximadamente 3,8 milhões de cabeças, a pecuária extensiva, nos moldes tradicionais seguidos pela cultura pantaneira, tem contribuído para manter a planície com aproximadamente 85% da vegetação nativa ainda conservada, embora com taxas de desmatamento crescentes nos últimos 10 anos. No entanto, no planalto circundante, em torno de 60% da cobertura vegetal nativa foi alterada a partir dos anos 70, depois do avanço da agropecuária (MONITORAMENTO..., 2009). A expansão desta atividade no planalto resultou, em geral, em aumento de desmatamento sem respeito às boas práticas agrícolas e à legislação, em especial quanto à necessidade de conservação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), como encostas íngremes, matas ciliares e nascentes, com consequente aumento dos processos erosivos e assoreamento dos rios (aumento dos sedimentos em suspensão - OLIVEIRA; CALHEIROS, 2005), além de contaminação por pesticidas (MIRANDA et al., 2008; DORES; CALHEIROS, 2008); alterações na hidrodinâmica e na quantidade das águas dos rios formadores do Pantanal atingido fazendas rio abaixo, localizadas na planície (PADOVANI et al., 2005).

Outro problema que pode alterar a hidrodinâmica de água, os nutrientes e o material em suspensão nos rios e corixos que abastecem as fazendas na planície, é a implantação de mais de uma centena de hidrelétricas (116 empreendimentos atuais e previstos) na área de transição planalto-planície da Bacia do Alto Paraguai, com potencial de alterar o pulso de inundação de cada rio formador do Pantanal, em especial na região do Pantanal Norte, no Estado de Mato Grosso, onde se encontram cerca de 70% dos empreendimentos planejados (CALHEIROS et al., 2009).

Segundo Beede (2006), a água é o nutriente essencial mais importante para os bovinos. Ao se avaliar especificamente a qualidade de água em agroecossistemas com atividade pecuária, como ocorre na planície pantaneira, deve-se considerar dois aspectos: a qualidade da água consumida pela população residente e pelos bovinos, e o quanto a criação de bovinos afeta a qualidade da água em ambientes naturais e alterados. Sendo assim, o manejo tanto da quantidade quanto da qualidade da água é fundamental para a sustentabilidade da pecuária, a principal atividade econômica exercida na planície pantaneira.

No Pantanal, há uma complexidade e variedade de ambientes aquáticos, especialmente na sub-região da Nhecolândia que se caracteriza pela presença de inúmeras lagoas circulares, muitas utilizadas pelo gado para dessedentação e pastejo. Além dos ambientes de água doce como rios, córregos, canais de drenagem sem leito definido ("vazantes") ou com leito definido ("corixos", Figura 1) e lagoas marginais ou não (ambas denominadas regionalmente como "baías"), tem as lagoas chamadas de "salinas" (ver foto da capa), com maior concentração de sais, em especial sódio e potássio (MOURÃO, 1989; BARBIERO et al., 2002; FURQUIM et al., 2010) e que também são utilizadas pelo gado. O Pantanal também está sujeito a variações anuais e plurianuais no nível e área de inundação/alagamento (HAMILTON et al., 1999; MOURÃO et al., 2002). A alternância entre anos mais úmidos com anos mais secos influencia a disponibilidade e também a qualidade da água.

É importante conhecer as características naturais dos ecossistemas aquáticos da região para poder diferenciar alterações naturais, referentes aos pulsos de cheia e seca, daquelas relacionadas às atividades antrópicas, em especial as voltadas para a atividade pecuária. A pecuária de corte é praticada há mais de 200 anos no Pantanal e é difícil encontrar corpos d'água em áreas com aptidão para criação de gado sem a presença dos mesmos, estando estes ambientes restritos às reservas.

Este estudo visa ampliar o conhecimento das características da água em agroecossistemas com atividade pecuária no Pantanal, visando o uso do componente água como um indicador de sustentabilidade. Esta pesquisa é parte do projeto "Desenvolvimento de sistemas de suporte a decisão para produção animal sustentável no Pantanal", coordenado pela Embrapa Pantanal, em que cada agroecossistema está sendo caracterizado em relação ao seu sistema de produção pecuária por meio de parâmetros biofísicos (água, solo, ar, clima, fauna, flora), sociais (perfil da população, nível educacional, saúde e trabalho) e econômicos.

A definição de indicadores de sustentabilidade de sistemas produtivos no Pantanal constitui importante ferramenta para monitorar a conservação de seus recursos naturais, visto que o conjunto de informações a ser obtido permitirá

caracterizar a situação atual, alertar para situações de risco e prever situações futuras (SMITH; MCDONALD, 1998; MARZALL; ALMEIDA, 2000; RIGBY et al., 2001).

Foto: Débora F.



Figura 1. Corixo do Riozinho, sub-região da Nhecolândia, mostrando que bovinos e bubalinos além de beberem água também pastam nestas áreas.

Materiais e Métodos

Este estudo foi realizado nas sub-regiões da Nhecolândia e Poconé, segundo classificação de Silva e Abdon (1998), em fazendas (agroecossistemas) representativas. Para caracterização dos ambientes aquáticos foram coletadas 62 amostras em seis agroecossistemas, sendo cinco na sub-região da Nhecolândia (MS) e um na sub-região de Poconé (MT).

Na sub-região da Nhecolândia foram amostrados 13 ambientes na fazenda A, 12 na B, 5 na C, 6 na D e 5 na fazenda E, esta última representando um agroecossistema sem gado. As amostras foram obtidas nos meses de março de 2004 e junho de 2005, fase de cheia e início da seca, respectivamente.

Na sub-região de Poconé (Fazenda F) foram amostrados 21 corpos d'água artificiais ("poços") localizados entre o rio Cassange e o rio Claro em duas amostragens realizadas em outubro e novembro de 2005, final da fase seca e início da chuvosa, por isso alguns ambientes encontravam-se com reduzida lâmina d'água.

Considerou-se cada amostra como independente, mesmo que esta tenha sido tomada no mesmo corpo d'água, mas em épocas distintas, pois as condições, principalmente de nível d'água, eram diferenciadas em cada época amostrada.

As amostras para análise da água foram tomadas na superfície, sendo medidos diretamente no campo: profundidade, concentração de oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica (aparelhos portáteis YSI, previamente calibrados). No laboratório de Limnologia da Embrapa Pantanal foram determinadas as concentrações de nitrogênio total (NT), nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), amônio (NH_4^+), fósforo total (PT), ortofosfato (PO_4^{3-}), sódio (Na^+), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), sulfato (SO_4^{2-}), clorofila-*a*, turbidez e coliformes totais e termotolerantes (anteriormente denominados como fecais). As análises de NT e PT totais foram realizadas segundo Mackereth et al. (1978); Valderrama (1981); Wetzel e Likens (1991), sendo o NT determinado por injeção em fluxo. Íons dissolvidos como NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ foram analisados por análise colorimétrica por injeção em fluxo (ZAGATTO et al., 1981; KRUG et al., 1983; NÓBREGA et al., 1991).

Os cátions Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} foram analisados por absorção atômica e o SO_4^{2-} por colorimetria (APHA, 1998). A análise de clorofila-*a* seguiu o método de Marker et al. (1980) e a determinação da turbidez foi realizada segundo APHA (1998). A análise de coliformes totais e termotolerantes seguiu a metodologia da membrana filtrante descrita no manual da CETESB (1984).

Para avaliar o efeito da presença de gado na qualidade das águas superficiais, os corpos d'água foram categorizados em dois níveis: com presença de bovinos (com uso) e ausência total destes (sem uso). Ambientes com altas concentrações de íons dissolvidos (condutividade elétrica acima de $1000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), que são as lagoas "salinas" (MOURÃO, 1989), não entraram na análise de uso por bovinos por já terem altas concentrações de íons e nutrientes.

Resultados

Caracterização dos ambientes amostrados

A caracterização limnológica dos ambientes de corixo e baías nos diferentes agroecossistemas das sub-regiões da Nhecolândia (MS) e Poconé (MT) consta na Tabela 1 e nas Figuras 2, 3 e 4. Riozinho é um "corixo" que percorre grande trecho na sub-região da Nhecolândia passando pela fazenda B e depois pela A (Figura 1). Para facilitar a visualização dos resultados na Tabela 1, as baías foram divididas em 2 grupos de acordo com a condutividade (Grupo 1, condutividade $<200 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e Grupo 2, condutividade $>200 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). A caracterização dos ambientes, descrita a seguir, encontra-se na Tabela 1 e Figuras 2 e 3.

Das 12 amostras coletadas na Fazenda A, três foram tomadas em ambientes do corixo do Riozinho e 9 em baías. O Riozinho apresentou águas ácidas, pH variando entre 5,5 e 6,3 e condutividade elétrica $< 30 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Das 9 baías analisadas, 5 são de águas diluídas semelhantes ao corixo Riozinho (Grupo 1) e 4 são de águas mais concentradas (Grupo 2), cuja condutividade elétrica oscilou entre 375,9 e $677,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Para os íons Na^+ , K^+ , Mg^{2+} e Ca^{2+} observou-se valores baixos para o Riozinho e as baías do grupo 1, e maiores concentrações para baías do grupo 2. Não foi observada variação do SO_4^{2-} entre o Riozinho e as baías. A concentração do íon amônio foi similar para todos os ambientes, variando entre 16,1 e $112,0 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. O ortofosfato foi maior nas baías do grupo 2, com valores entre 19,4 a $74,5 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.

Em geral, os ambientes amostrados na fazenda A eram rasos, com profundidade inferior a 1,5 m. A concentração de oxigênio dissolvido variou entre 2,1 e $8,4 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ou 9,9 a 141,0% de saturação. A turbidez foi, em geral, menor que 20,0 NTU e a clorofila-*a* em torno de $5,0 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (Figura 2).

Das 15 amostras coletadas na Fazenda B, 6 foram tomadas em ambientes do corixo do Riozinho e 9 em baías. A água do Riozinho, na Fazenda B, apresentou pH e condutividade elétrica superior ao da fazenda A, após passar por esta. A maioria das baías amostradas apresentou águas semelhantes às do Riozinho e somente três delas (Grupo 2) apresentaram concentração de íons dissolvidos bem superior, resultando em valores de condutividade elétrica de até $623,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. A concentração de formas nitrogenadas e fosfatadas nestas baías foi bem elevada, entre 52,6 e $1.673,0 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ de íon amônio e entre 164,5 e $188,0 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ de ortofosfato, sendo que na maioria das outras baías (pertencentes ao Grupo 1) as concentrações foram inferiores a $100,0 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ de amônio e $50,0 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ de ortofosfato. Na fazenda B a concentração das formas nitrogenadas foram superiores nas baías em relação ao Riozinho, diferente da Fazenda A (Figura 2). Para os íons Na^+ , K^+ , Mg^{2+} e Ca^{2+} observa-se o mesmo padrão, maiores concentrações nas baías do grupo 2 em relação ao Riozinho e baías do grupo 1. A concentração de SO_4^{2-} foi similar entre as baías e o Riozinho, mas ligeiramente maior que na Fazenda A.

Apesar da pouca profundidade dos ambientes da fazenda B (em torno de 1,5 m - Figura 2), a turbidez, que muitas vezes é provocada por ressuspensão de sedimentos em corpos d'água rasos, foi baixa, menor que 10,0 NTU. No entanto, em baías da fazenda B com presença de búfalos a turbidez foi de 59,2 NTU e a concentração de clorofila-*a* ultrapassou a $100,0 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (valor não incluído na Figura 2 por ser muito alto), enquanto nos demais ambientes a concentração média da clorofila foi menor que $10,0 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (Figura 2). Também na Figura 2, observa-se que a concentração de oxigênio dissolvido variou entre 2,1 e $17,9 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ou de 23,6 a 142,6% de saturação.

Na Fazenda C as 4 baías amostradas apresentaram pH ácido, entre 5,8 a 6,4 e condutividade $< 200 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Estes ambientes apresentaram concentrações de íon amônio variando entre 53,6 e $536,0 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ e ortofosfato entre 30,0 e $169,2 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. As concentrações dos íons Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} e SO_4^{2-} foram baixas, próximos dos ambientes do Riozinho e baías do grupo 1 das fazendas A e B. Os ambientes amostrados na fazenda C foram mais rasos que nas outras áreas, com profundidade inferior a 1,0 m, resultando em valores de turbidez mais elevados, por volta de 30,0 NTU em alguns ambientes. Os valores de clorofila-*a* foram baixos em relação aos demais ambientes já analisados. A concentração de oxigênio dissolvido variou entre 2,4 e $7,6 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ou de 25,4 a 92,7% de saturação.

Na fazenda D foram coletadas 6 amostras em 2 baías. As baías eram rasas, com no máximo 1,0 m de profundidade. Uma das baías estava localizada na área da Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN) da fazenda Nhumirim, uma reserva ecológica, sem a presença de bovinos. Nesta, por ser do grupo 2, a condutividade elétrica foi alta, entre 659,0 e 871,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e o pH oscilou entre 6,7 e 7,6. Na baía pertencente ao grupo 1 e localizada fora da área da reserva, ou seja, área com presença de bovinos, esses valores foram menores, o pH variou entre 5,9 e 6,2 e a condutividade entre 33,3 e 139,7 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. O íon NH_4^+ variou entre 26,3 e 93,7 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ e o ortofosfato entre 5,7 e 37,3 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, considerando as duas amostragens nas duas baías. As concentrações de Na^+ e K^+ foram mais altas na baía dentro da reserva do que na baía fora da reserva pertencente ao grupo 1. Os ambientes amostrados também eram rasos (<1,0 m), a turbidez foi semelhante àquela observada nas fazendas A e B e a clorofila-a um pouco superior, com média próximo a 10 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. A concentração de oxigênio dissolvido variou entre 1,0 e 8,5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ou de 10,3 a 142,6% de saturação. Nas fazendas A, B, C e D a concentração média de material em suspensão total não ultrapassou a 20 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

A fazenda E localiza-se em região bem diferenciada, com influência das águas de inundação do rio Negro, e sem presença de gado há aproximadamente 10 anos. Nas 5 baías amostradas o pH variou entre 6,6 e 7,4 e a condutividade elétrica entre 50,5 e 263,6 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Foram registrados os menores teores de oxigênio dissolvido, entre 0,3 e 3,9 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, com saturação entre 2,9 e 52,3%. Nestes ambientes as concentrações de nitrogênio e fósforo dissolvidos foram, em geral, parecidas as encontradas para no Riozinho das fazendas A e B, bem como os valores de Na^+ e K^+ (Tabela 1). Nesta região, as baías apresentaram maior profundidade, entre 1 e 2 metros, e a turbidez foi mais baixa. Não foram medidos o material em suspensão total, a clorofila a e os íons Mg^{2+} , Ca^{2+} e SO_4^{2-} .

As áreas amostradas na sub-região de Poconé (Fazenda F) caracterizam-se por pequenas barragens artificiais, onde se acumula água de chuva e de inundação, proveniente do transbordamento dos rios Claro e Cassange na fase de cheia (fevereiro a março). Estes ambientes apresentaram condutividade elétrica da água entre 29,0 e 205,5 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, predominando valores em torno de 100,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, e o pH em 85% das amostras foi menor que 7,0, levemente ácido (Tabela 1). No período de amostragem, final da fase seca, os ambientes encontravam-se rasos (< 1 m) com águas turvas e barrentas ultrapassando a 150 NTU (Figura 1). A concentração média de material em suspensão total foi de 224,0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Tanto a concentração do íon amônio (0,0 a 4.604,0 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) como a de ortofosfato (5,3 a 146,1 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) foram, em geral, superiores àquelas obtidas nos ambientes amostrados na sub-região da Nhecolândia (Tabela 1). As concentrações de íons dissolvidos (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} e Ca^{2+} e SO_4^{2-}) foram superiores às obtidas nas baías naturais da sub-região da Nhecolândia, mais parecidas com as baías do grupo 2, com destaque para as concentrações de SO_4^{2-} . O oxigênio dissolvido não foi medido nos ambientes da fazenda F.

Influência do uso dos ambientes pelos bovinos

Em todos os ambientes analisados na sub-região da Nhecolândia foi registrada a presença de coliformes totais e termotolerantes, embora estes em quantidade bem menor que os totais, o que é normal em ambientes naturais (Figura 4). Em duas baías da Fazenda E, sem a presença de gado, foram registrados valores altos de coliformes totais e ausência de termotolerantes (Figura 4). Os ambientes com maior concentração de coliformes termotolerantes foram observados nas Fazendas A e B (Figura 5), e, coincidentemente, apresentaram os valores mais altos de nitrogênio e fósforo.

Comparando-se a concentração de nitrogênio e fósforo totais entre ambientes com e sem a presença de bovinos (Figura 4) observou-se uma tendência a maiores valores em ambientes com uso por bovinos, bem como maior concentração de coliformes termotolerantes. No entanto, não foi possível testar estatisticamente estas diferenças devido ao baixo número de amostras em ambientes sem a presença de gado, já que no Pantanal a maioria dos ambientes são agroecossistemas que possuem atividade pecuária. Por outro lado, o número de amostras analisadas para coliformes, tanto em ambientes com bovinos quanto sem, também foi baixo devido às exigências operacionais da análise bacteriológica, que requer um tempo máximo de apenas 24 h entre coleta e análise, o que dificulta enormemente a análise diante das grandes distâncias entre as fazendas e o laboratório.

Constatou-se uma predominância de nitrogênio total em relação ao fósforo total na maioria dos ambientes. Para o Riozinho a razão NT:PT foi de 2 a 65, para as baías da Nhecolândia essa razão ficou entre 1 e 85, e para as águas dos ambientes de Poconé, a razão foi de 0 a 97.

Tabela 1. Composição química da água, em valores mínimos e máximos, dos ambientes de poços artificiais, corixo Riozinho e baías, estas classificadas quanto à condutividade elétrica em Grupo 1 (< 200 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) e Grupo 2 (> 200 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), amostrados no Pantanal, sub-regiões da Nhecolândia e Poconé, entre 2004 e 2005.

Fazenda	Tipo de ambiente	pH	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	NO_3^-	NH_4^+	PO_4^{+3}	Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	SO_4^{2-}
				$(\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1})$			$(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$				
A	Riozinho	5,5 - 6,3	24,5 - 27,8	0,0 - 3,8	19,4 - 101,4	2,1 - 39,9	1,9 - 3,1	1,8 - 2,4	* - 0,6	0,7 - 1,4	0,3 - 3,8
	Grupo 1	5,4 - 6,5	15,5 - 18,0	0,0 - 0,4	20,1 - 92,5	3,1 - 11,1	1,2 - 1,8	1,7 - 2,0	0,3 - 4,4	0,2 - 8,7	* - 3,4
	Grupo 2	6,4 - 7,2	375,9 - 677,0	*	16,1 - 112,4	19,4 - 74,5	17,4 - 102,9	46,5 - 96,7	0,0 - 17,2	11,1 - 16,5	0,1 - 2,2
B	Riozinho	6,0 - 7,1	19,7 - 39,7	0,0 - 50,1	8,2 - 160,6	3,5 - 66,6	1,8 - 3,1	1,4 - 3,9	0,0 - 2,2	* - 1,6	3,2 - 7,9
	Grupo 1	5,7 - 6,8	17,5 - 31,8	1,3 - 6,9	9,4 - 86,0	1,1 - 43,9	1,1 - 16,3	0,7 - 7,0	0,1 - 1,3	0,4 - 2,1	4,0 - 9,7
	Grupo 2	6,9 - 8,1	442,7 - 623,0	*	52,6 - 1673,0	164,5 - 188,0	40,2 - 199,4	100,7 - 218,6	3,8 - 9,5	5,5 - 8,1	3,9
C	Grupo 1	5,8 - 6,4	37,6 - 84,2	0,0 - 54,0	53,6 - 536,0	30,0 - 169,2	1,6 - 13,4	1,6 - 7,4	0,2 - 1,6	1,7 - 3,6	5,7 - 6,1
D	Grupo 1	5,9 - 6,2	33,3 - 139,7	*	26,3 - 93,7	5,7 - 37,3	4,6 - 10,9	2,1 - 22,2	1,3 - 1,5	2,1 - 2,5	4,3 - 6,5
	Grupo 2	6,7 - 7,6	659,0 - 871,0	0,0 - 1,5	41,7 - 63,8	1,9 - 14,6	2,0 - 130,2	3,3 - 116,2	* - 7,5	10,2 - 11,8	* - 3,9
E	Grupo 1	6,6 - 7,4	50,5 - 263,6	0,0 - 75,7	17,9 - 81,3	1,3 - 28,6	1,7 - 8,3	1,05 - 3,4	-	-	-
F	Poços	5,5 - 7,9	29,0 - 205,5	0,0 - 123,7	0,0 - 4.640,0	5,3 - 146,1	1,4 - 21,2	1,6 - 44,9	0,2 - 5,4	2,4 - 21,1	2,4 - 54,8

* valores abaixo do nível de detecção.

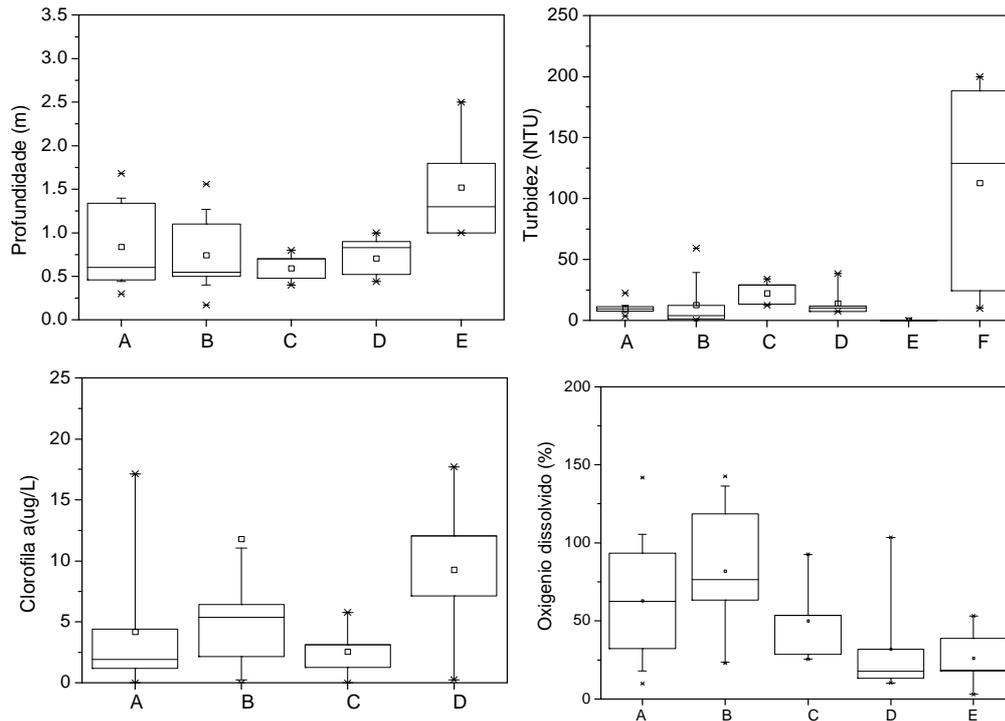


Figura 2. Faixa de variação, valores médios e desvio padrão das variáveis: profundidade, turbidez, clorofila-a e oxigênio dissolvido nos ambientes aquáticos amostrados no início da vazante em fazendas identificadas como A, B, C, D e E do Pantanal Sul, sub-região da Nhecolândia, bem como os poços artificiais para dessedentação animal (fazenda F, apenas para Turbidez), amostradas entre 2004 e 2005.

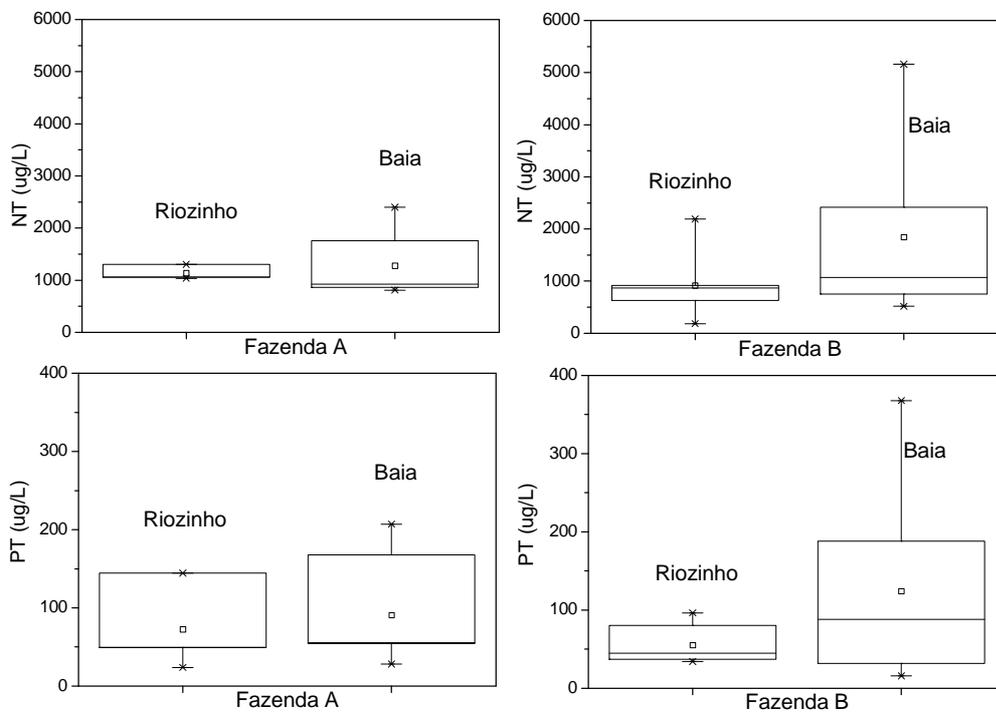


Figura 3. Comparação entre a concentração de nitrogênio total (NT) e fósforo total (PT), evidenciando a faixa de variação, valores médios e desvio padrão observados nas águas do corixo Riozinho e baías das fazendas A e B na sub-região da Nhecolândia, amostrados entre 2004 e 2005.

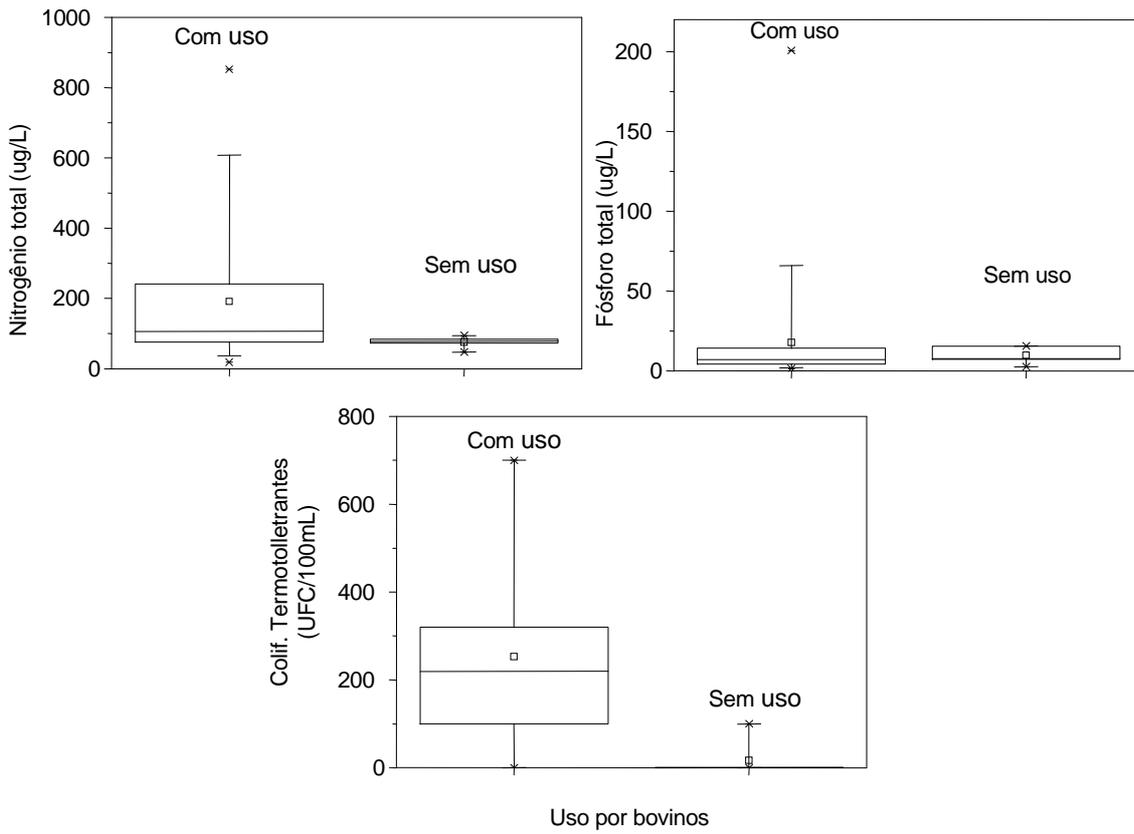


Figura 4. Concentração de nitrogênio (NT) e fósforo (PT) totais e coliformes termotolerantes (fecais), indicados em termos de faixa de variação, valores médios e desvio padrão, nos ambientes amostrados entre 2004 e 2005 no Pantanal Sul, sub-região da Nhecolândia. "Com uso" refere-se à presença de bovinos ou bubalinos e "Sem uso", à ausência destes.

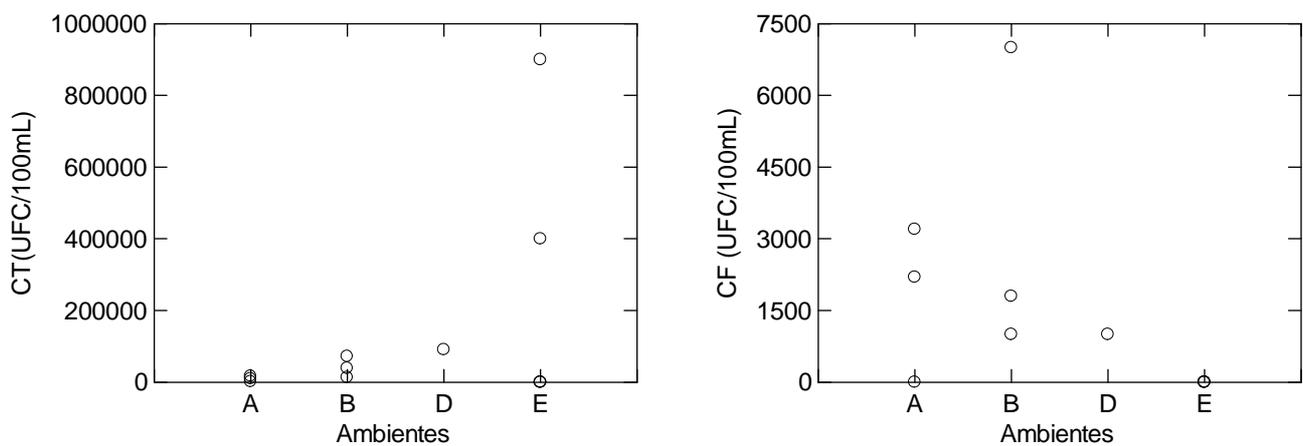


Figura 5. Número de coliformes totais (CT) e termotolerantes (CF) por 100 mL obtidos em amostras de água das fazendas A, B, D e E, sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul, em junho de 2005.

Discussão

Pesquisas recentes sobre composição química de amostras de água de ambientes aquáticos da sub-região da Nhecolândia mostraram que a variabilidade química entre os ambientes é resultante de processos de concentração devido à evaporação, à precipitação de calcita e à formação de silicatos de magnésio (BARBIERO et al., 2002). Estes processos são responsáveis pelas diferentes características químicas da água de baías observadas na região, onde se encontram lagoas de água doce até lagoas denominadas “salinas”, 4.600 vezes mais concentradas, considerando-se a condutividade elétrica, e até 27.000 vezes, considerando-se a concentração de sódio na água.

Os ambientes de água doce (Riozinho e baías), sem considerar as lagoas salinas e as intermediárias, são de águas diluídas ($< 80 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), tendo como base a condutividade elétrica média do rio Paraguai de $50 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (OLIVEIRA; CALHEIROS, 2000). No entanto, há ainda ambientes de água doce, mas que tem uma concentração de Na^+ e K^+ relativamente alta, conseqüentemente, condutividade elétrica elevada, porém, menor que das salinas, mas que foram conjuntamente classificadas como “Grupo 2” neste estudo, e correspondentes às lagoas intermediárias (ou salitradas) descritas em MOURÃO (1989).

A baía da RPPN da Fazenda Nhumirim é um exemplo de baía intermediária ou “salitrada”, onde as concentrações de íons Na^+ , K^+ foram intermediárias entre as baías de água doce e as “salinas”. Embora sem presença de gado nos últimos 10 anos essa baía apresentou concentrações de nitrogênio e fósforo totais semelhantes àquelas observadas em ambientes com o uso do gado, portanto, devendo ser uma característica natural do ambiente. Na fazenda E, também na Nhecolândia, e sem presença do gado, a condutividade naturalmente foi superior a $50 \mu\text{S}/\text{cm}$ em ambientes de água doce.

Essa variabilidade química das águas da Nhecolândia mostrada por vários autores (MOURÃO et al., 1988; MOURÃO, 1989; HAMILTON et al., 1999; BARBIERO et al., 2002; BARBIERO et al., 2008; MEDINA-JUNIOR; RIETZLER, 2005; SILVA et al., 2009; FURQUIM et al., 2010; SANTOS; SANT’ANNA, 2010) torna difícil definir intervalos que possam ser usados como indicadores da qualidade da água em relação ao uso pela pecuária na região sem um conhecimento prévio, e considerando as variações sazonais de longo prazo, das características naturais dos ambientes. Este entendimento é fundamental para o uso de indicadores no Pantanal.

A sazonalidade climática e hidrológica é outro fator que dificulta muito a avaliação de indicadores da qualidade dos corpos d’água na região do Pantanal. Em anos de secas mais drásticas, muitos corpos d’água secam completamente, e em anos de maior inundação há um grande aumento da área alagada/inundada, e a conexão entre eles (MOURÃO, 1989). O ideal é monitorar durante, no mínimo, uns três ciclos hidrológicos para conhecer as características de variabilidade de cada ambiente. Alguns corpos d’água amostrados no mesmo período apresentaram lâmina d’água reduzida, sendo que na maioria deles observou-se grande densidade de macrófitas aquáticas, chegando a ocupar mais do que 50% da lâmina d’água enquanto outros, principalmente na fazenda C, estavam praticamente secos, com a qualidade da água bastante alterada, devido ao processo de concentração de íons relacionado ao baixo volume. Desta forma, uma única amostragem pode levar a interpretações errôneas quanto às características físicas, químicas e quanto ao estado trófico do ambiente.

Diferenças de concentrações entre as águas do corixo Riozinho (ambiente lótico ou semi-lótico) e das baías são relacionadas ao fato das baías serem ambientes lênticos e se localizarem em áreas mais baixas em relação às cordilheiras e, portanto, concentrarem grande quantidade de material orgânico passível de decomposição. O acúmulo de matéria orgânica no sedimento das baías é muito maior (11% de carbono e 20% de matéria orgânica) que no Riozinho (0,3% de carbono e 0,4% de matéria orgânica).

O uso para dessedentação por bovinos foi observado ser mais intenso nas baías que nos corixos, o que também pode explicar concentrações de nitrogênio e fósforo totais maiores naqueles ambientes.

Embora não tenha sido encontrada relação direta entre a presença de bovinos e a concentração de nutrientes na água devido ao baixo número de amostras, observou-se uma “fertilização” por nitrogênio e fósforo em alguns corpos d’água, principalmente nas fazendas A e B, que coincidem com uso intenso por búfalos (Figura 6) e bovinos, mostrando alteração da qualidade da água para dessedentação tanto de animais silvestres como dos próprios bovinos.

Informações sobre a contribuição das fezes bovinas para eutrofização dos corpos d’água no Pantanal são escassas. Segundo Soares et al. (2007), há uma fertilização das pastagens naturais pela contribuição das fezes de bovinos chegando a cerca de $22 \text{ kg N ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ concentradas nas áreas de pastejo, mas sem informação quanto à decorrente possibilidade de fertilização nos corpos d’água. Há também uma predominância de nitrogênio total em relação ao fósforo total na maioria dos ambientes, mesmo para o Riozinho (NT:PT= 1 a 65), chegando ao valor máximo de 97 nos ambientes de Poconé, quando comparados ao rio Paraguai, cuja média é em torno de 1 a 20 (OLIVEIRA; CALHEIROS, 2000).



Foto: Débora F.

Figura 6. Baía utilizada para dessedentação por bovinos e búfalos. Em verde, florações de algas, evidenciando riqueza de nutrientes.

Os padrões de qualidade de água na legislação brasileira são baseados na Resolução CONAMA n. 357 (CONAMA, 2005) que apresenta parâmetros e seus respectivos limites máximos que determinam a qualidade em ambientes de água doce e salobra, como os que ocorrem no Pantanal, alguns passíveis de avaliar alterações decorrentes da atividade pecuária como concentração de nutrientes (nitrogênio e fósforo), turbidez, concentração de sólidos dissolvidos e de coliformes termotolerantes (bactérias indicadoras de presença de fezes de animais de sangue quente, como o gado). Esta Resolução recomenda limites de concentração para garantir a qualidade quanto ao abastecimento para consumo humano, à recreação, à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e à dessedentação de animais entre outras, classificando em Classe Especial (nascentes) e Classes de 1 a 4 de acordo com o nível de alteração, sendo a Classe 4 a mais poluída, que sofre restrição de uso como somente para navegação, por exemplo.

Valores de oxigênio dissolvido, conforme recomendado pelo CONAMA (2005), não devem ser inferiores à 5 mg/L nas Classes 1 e 2, e à 4 mg/L na Classe 3. Contudo, em geral, são naturalmente mais baixos em ambientes heterotróficos como as planícies de inundação, assim como os de pH (< 6,0). Os resultados deste estudo apresentaram-se em conformidade com os previamente obtidos em ambientes semelhantes (HAMILTON et al., 1997), em especial na fazenda E, sob influência do rio Negro.

Os poços artificiais para dessedentação animal, escavados na terra, amostrados na fazenda F, apresentaram valores para fósforo total acima (até 40 vezes mais) do limite estabelecido para as Classes 3 que é de 50 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Na sub-região da Nhecolândia, 27 dos 42 ambientes amostrados também apresentaram fósforo total acima do recomendado pela resolução CONAMA. Os valores encontrados para as formas de nitrogênio, tanto na sub-região da Nhecolândia como na sub-região de Poconé, não ultrapassam os limites estabelecidos pelo CONAMA (classe 3) que é de até 10 mg.L^{-1} de nitrato e de 3,7 mg.L^{-1} N, para pH $\leq 7,5$ de nitrogênio amoniacal total.

A fertilização das águas, principalmente enriquecimento por fósforo, pode favorecer o florescimento de espécies de algas e causar alteração na qualidade da água, pois algumas delas podem produzir toxinas (SANTOS; SANT'ANNA, 2010). O limite de 60 $\mu\text{g.L}^{-1}$ para clorofila-a para águas de Classe 3 da resolução do CONAMA foi excedido na baía com presença de búfalos amostrada na Fazenda B – valor de 100 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Nas salinas a concentração de clorofila-a pode chegar a 2.000 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (MEDINA-JUNIOR; RIETZLER 2005). Isso mostra que as lagoas da Nhecolândia são ambientes de alta variabilidade em suas características físicas e químicas, e mesmo sendo ambientes naturais, e em áreas consideradas conservadas, ultrapassam os padrões estabelecidos na Resolução CONAMA para águas de classe 3 ou 4, que são águas com maior nível de poluição.

Valores de turbidez em geral são menores que os permitido pela legislação CONAMA (100 NTU, classes 2 e 3), somente na fazenda F, poços artificiais, os valores foram em torno de 100 NTU. Turbidez é um parâmetro muito variável sazonalmente e em ambientes rasos normalmente ocorre ressuspensão de sedimentos na coluna d'água. Sulfato também foi bastante inferior ao estabelecido na resolução CONAMA de 250 mg/L SO₄, mesmo nos poços onde os valores foram maiores que nos ambientes naturais.

O único parâmetro mencionado na Resolução especificamente para a dessedentação de animais, porém quando criados sob confinamento, é informado na Classe 3 e refere-se a coliformes termotolerantes (não exceder 1.000 UFC/100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras). Com base nesta Resolução, tal limite foi ultrapassado em várias amostras, embora sendo o sistema de criação extensiva, e coincidiu com o valor máximo obtido na fazenda E, mesmo sem a presença de gado.

Cabe salientar, que a Resolução CONAMA indica valores limites muito gerais de qualidade de água, portanto não contemplando a ampla variabilidade e as especificidades dos vários ambientes naturais.

Normalmente as bactérias do grupo de coliformes termotolerantes, representados entre outros pelas bactérias *Escherichia coli* e *Klebsiella* spp. (BAUMGARTEN; POZZA, 2001), estão associadas a efluentes domésticos, ou provenientes de áreas com animais de criação, ou a águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente (SOLO-GABRIELLE et al., 2000). Os coliformes totais podem ser encontrados também no solo, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica.

A espécie *Enterobacter aerogenes* vive em solo e vegetação em decomposição, entre 15-25°C, e pode estar presente nos corpos d'água no período de chuvas, representando o valor basal de um ambiente no que se refere à concentração de coliformes denominados "totais". O maior contato terra-água, como nas fases de enchente e cheia, pode propiciar o aumento desses coliformes nos corpos d'água, assim como no início das chuvas através do escoamento superficial das áreas circundantes.

Variedades mais patogênicas podem causar diarreias e outras doenças em animais silvestres e também para os bovinos, principalmente em bezerras. Neste estudo foi quantificada somente a presença do grupo de bactérias coliformes termotolerantes (Figura 4), sem, no entanto, identificar variedades e caracterizar a patogenicidade de diferentes cepas, o que poderá ser tema de pesquisa futura dada a sua presença expressiva em alguns ambientes.

Um estudo realizado pelo Oklahoma Cooperative Extension Service (1998), em casos que impactos do uso de corpos d'água por bovinos sejam constatados, sugere o isolamento das áreas ripárias (vegetação nas margens dos corpos d'água) como medida para diminuir o aporte de nutrientes (relacionados a excrementos e urina), e bactérias, bem como de sedimentos resultantes do pisoteio e pastejo da vegetação na borda, o que deixa o solo descoberto e, portanto, mais suscetível à erosão.

Segundo SANTOS (2001) os sítios preferenciais para pastejo ocorrem principalmente nas áreas de campo limpo, borda de baía permanente, baía temporária, baixadas e vazantes, devido ao alto valor nutritivo das gramíneas. Estas áreas mais frequentadas pelo gado tendem a receber mais excrementos e sofrerem mais pisoteio pelos bovinos.

Em períodos mais secos, como observado nos últimos anos (2003 a 2010) na sub-região da Nhecolândia, o nível baixo da água favorece a concentração de nutrientes e a deterioração da qualidade da água e, se essas áreas ainda apresentam uso intenso por bovinos e outros animais, o processo de "fertilização" e deterioração da qualidade tende a ser mais rápido e expressivo.

Assim, o ideal é que o uso dos corpos d'água em áreas utilizadas para pastejo seja disciplinado, principalmente em anos com menor disponibilidade hídrica, restringindo, por exemplo, a área de acesso ao gado para evitar acúmulo de fezes na borda das baías e corixos. Sugere-se destinar alguns ambientes para dessedentação e proteger outros para que se tenham ambientes livres de contaminação por excrementos de bovinos e outros animais criados nas fazendas. No ano de 2010, ano com seca pronunciada, moradores locais relataram o uso de água de baías para uso doméstico, porque alguns poços secaram na sub-região da Nhecolândia, evidenciando risco à saúde da população local.

Qualidade de água para dessedentação animal

A qualidade da água pode ter um profundo impacto na saúde e desempenho animal. Embora bovinos possam tolerar água com qualidade inferior à dos humanos, a concentração elevada de compostos específicos como sólidos totais dissolvidos, enxofre, sulfato, ferro, manganês, nitrato, compostos tóxicos (metais pesados e pesticidas) e microorganismos patogênicos podem afetar a saúde animal (BEEDE, 2006; WRIGHT, 2007). A maioria dos compostos não causa morte imediata e pode nem mesmo provocar sinais de doença aparente, mas afetam o crescimento, a lactação e a reprodução porque diminuem a ingestão de água.

Bovinos são sensíveis para cheiro e sabor da água. Por exemplo, o acúmulo de material fecal pode reduzir a palatabilidade da água e diminuir o consumo pelo gado (WRIGHT, 2007). Água tratada pode aumentar o ganho de peso em bezerros como observado por Lardner et al. (2005).

Variáveis e concentrações de elementos que causam efeitos na saúde dos bovinos não são bem conhecidas, mas os problemas de saúde mais comuns estão relacionados ao pH, alcalinidade, sólidos dissolvidos, sulfato, nitrato, bactérias e outros microorganismos e algas cianofíceas (cianobactérias) (BEEDE, 2006; WRIGHT, 2007). O pH (entre 6 e 9), cálcio, magnésio e dureza da água parecem não afetar o consumo de água pelo animal nem o seu desempenho. No entanto, pH ácido (<5) pode causar acidose e águas com mais de 5.000 mg.L⁻¹ de sólidos dissolvidos podem ser rejeitadas por lactantes. Harris Jr. e Vanhorn (1992) sugerem que concentrações de sólidos dissolvidos acima de 1000 mg.L⁻¹ já representam algum risco para a saúde dos bovinos. Se sólidos dissolvidos não forem medidos, estes podem ser calculados a partir da condutividade (1000 µS.cm⁻¹ = 640 mg.L⁻¹ de sólidos dissolvidos) (MARKWICK, 2007). Desta forma, eventualmente nas salinas a concentração de sólidos dissolvidos poderá ultrapassar o limite recomendado para consumo dos bovinos. De acordo com Wright (2007) se a condutividade for maior que 2000 µS.cm⁻¹ uma amostra de água deve ser submetida a análise para verificar sua composição.

O limite recomendado para o somatório de nitrato e nitrito em água para consumo de bovinos é de 450 mgNO₃-L-1, embora o National Research Council (Canadá) recomende uma concentração máxima de 100 mgNO₃-L-1 (WRIGHT, 2007). Nos ambientes amostrados o nitrato não ultrapassou 124 µg.L-1. Altas concentrações de sódio podem estar presentes nas águas das salinas (549 mg.L-1) comparados aos valores (<10 mg.L-1) nas baías (SILVA et al., 2009). Bovinos podem reduzir o consumo de água se a concentração de sulfato for maior que 1.500 mg.L-1 (BEEDE, 2006). Dureza é outro parâmetro importante, mas as águas superficiais estudadas não mostraram concentrações elevadas de cálcio e magnésio.

As salinas também apresentam florações de algas cianofíceas com potencial de toxicidade (SANTOS; SANT'ANNA, 2010), não observadas frequentemente nas baías. Nas salinas a concentração de amostras com predominância de cianobactérias chega a quase 6.000.000 de células por mL da amostra (ALMEIDA et al., 2009), valores altos, considerando o estabelecido pelo CONAMA (2005), onde os valores de densidade de cianobactérias para dessedentação de animais não deverão exceder 50.000 cel./mL.

A concentração máxima de bactérias termotolerantes recomendada para dessedentação de animais não deve exceder a 1.000 cel./mL, e para usos diversos não deve exceder a 4.000 células por 100 mL, ambas analisadas em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral (CONAMA, 2005). Em geral a concentração de coliformes nas amostras foi em torno de 2.000 cel./100mL, chegando a 7.000 células por mL numa baía da Fazenda B, embora tenha sido coletada apenas uma amostra. Os valores encontrados excedem para dessedentação, mas ficam dentro do recomendado para usos diversos na classe 3, exceto na fazenda B, onde também foram determinadas altas concentrações de N e P. Nossos resultados indicam alguma contaminação da água, mas será necessário monitoramento conforme CONAMA (2005) para sua confirmação e avaliação dos efeitos para os bovinos.

De maneira geral, os ambientes do Riozinho e baías amostrados não mostraram concentrações elevadas de elementos que possam afetar o desempenho dos bovinos. Os únicos ambientes que merecem maior atenção são as salinas onde elementos como selênio, sódio e potássio (BARBIERO et al., 2008), além de florações de cianofíceas (SANTOS; SANT'ANNA, 2010) estão presentes em altas concentrações. Nas salinas é frequente a tomada de água pelo gado, até porque em anos muito secos algumas salinas são importantes fontes de água. Além disso, tais ambientes são importantes fontes de sal natural para os animais, substituindo muitas vezes a complementação com sal mineral pelos produtores (POTT et al. 1987, 1989).

Conclusões

Observou-se tendência à fertilização das águas, evidenciada pelas concentrações mais elevadas de nitrogênio e fósforo, e à contaminação por coliformes termotolerantes em alguns ambientes utilizados pelos bovinos, quando comparados com ambientes sem atividade pecuária, embora sem atingir valores passíveis de causar efeitos negativos na saúde desses animais.

As variações sazonais no nível de inundação têm grande efeito nas características naturais dos corpos d'água nos agroecossistemas naturais amostrados mascarando muitas vezes o efeito de uso dessas águas pelos bovinos.

Variáveis como nitrogênio, fósforo, clorofila-a e coliformes termotolerantes mostraram-se promissoras como indicadores da qualidade da água para fins de avaliação da influência da atividade pecuária na qualidade dos recursos hídricos da planície pantaneira, desde que se caracterize previamente cada ambiente considerando as suas variações naturais relacionadas ao ciclo hidrológico.

Agradecimentos

Agradecemos às pesquisadoras Sandra A. Santos e Márcia Toffani Soares pela contribuição em diferentes fases deste estudo. Aos colegas do Laboratório de Limnologia da Embrapa Pantanal Maria Davina Oliveira, Egídia do Amaral e Valdete J. Santos Sanchez pelas análises realizadas; aos alunos Lúcio Françoso, Marlene Mármora, Claudiane Santos e Rafael Barreto, bem como aos colegas Waldomiro L. Silva e Sidney J. Benício, pela colaboração e apoio nos trabalhos de campo. À FUNDECT, ao PRODETAB e à Embrapa – Projetos: **MP2** Monitoramento da Sustentabilidade de Sistemas de Produção de Pecuária de corte do Pantanal e **MP1** Impactos ambientais, econômicos e sociais dos sistemas de produção de bovinos de corte no Cerrado, na Amazônia e no Pantanal – AVISAR, pelo apoio financeiro.

Referências

- ALMEIDA, T. I. R.; SILVA, S. P. A.; FALCO, P. B.; CASALI, S. P.; Filho, A.C.P.; SIGOLO, J. B.; SILVA, O. C. A. Comportamento espectral de lagoas salinas e hipossalinas e sua correlação com a composição limnológica em duas regiões do Pantanal da Nhecolândia: primeiros resultados In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 4623-4630.
- APHA. American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20nd ed. Washington, DC: APHA. 1998. 1268 p.
- BARBIERO, L.; QUEIROZ NETO, J. P.; CIORNEI G.; SAKAMOTO, A. Y.; CAPELLARI, C.; FERNANDES E.; VALLES, V. Geochemistry of water and ground water in the Nhecolândia, Pantanal of Mato Grosso, Brazil: variability and associated processes. **Wetlands**, v. 22, n. 3, p. 528 -540, 2002.
- BARBIERO, L.; REZENDE FILHO, A.; FURQUIM, S.A.C. ; FURIAN, S.; SAKAMOTO, A. Y.; VALLES, V.; GRAHAM, R. C.; FORT, M.; FERREIRA, R. P. D.; QUEIROZ NETO, J. P. Soil morphological control on saline and freshwater lake hydrogeochemistry in the Pantanal of Nhecolândia, Brazil. **Geoderma**, v. 148, p. 91–106, 2008.
- BAUMGARTEN, M. G. Z.; POZZA, S. A. **Qualidade das águas**: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. Rio Grande, RS: Editora da FURG, 2001. 164 p.
- BEEDE, D. K. **Assessment of water quality and nutrition for dairy cattle**. 2006. High Plains Dairy Conference. p. 129-154. Disponível em: <<http://www.highplainsdairy.org/2006/Beede.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2011.
- CALHEIROS, D. F.; ARNDT, E.; RODRIGUEZ, E. O.; SILVA, M. C. A. **Influências de usinas hidrelétricas no funcionamento hidro-ecológico do Pantanal Mato-Grossense**: recomendações. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2009. 21p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 102).
- CETESB. **Coliformes fecais - determinação pela técnica de membrana filtrante**: método de ensaio. São Paulo: CETESB, 1984.42p. (CETESB Norma Técnica, L5.221).
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. (Brasil). Resolução n.º 357 de 17 de mar. de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, n. 53, de 18 de mar. de 2005, Seção 1, p. 58 -63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 10 out. 2011.
- DORES, E. F. G. C.; CALHEIROS, D. F. Contaminação por agrotóxicos na bacia do rio Miranda, Pantanal (MS). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.3, n.2, 4p. 2008.
- FALKENMARK, M.; FINLAYSON, C. M.; GORDONET, L. J. Agriculture, water, and ecosystems: avoiding the costs of going too far. In: MOLDEN, D. (Ed.) **Water for food, water for life**: a comprehensive assessment of water management in agriculture. London: Earthscan; Colombo: International Water Management Institute, 2007. p. 233-277.
- FURQUIM, S. A. C.; GRAHAM, R. C.; BARBIERO, L.; QUEIROZ NETO, J. P.; VIDAL-TORRADO, P. Soil mineral genesis and distribution in a saline lake landscape of the Pantanal Wetland, Brazil. **Geoderma**, v. 154, p. 518-528, 2010.

- HAMILTON, S. K.; SIPPEL, S. J.; CALHEIROS, D. F.; MELACK, J. M. An anoxic event and other biogeochemical effects of the Pantanal wetland on the Paraguay River. **Limnology and Oceanography**, v. 42, n. 2, p. 257-272, 1997.
- HAMILTON, S. K.; SIPPEL, S. J.; CALHEIROS, D. F.; MELACK, J. M. Chemical characteristics of Pantanal waters. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 2., 1996, Corumbá. **Manejo e conservação**: anais. Corumbá: Embrapa Pantanal, 1999. p.89-100.
- HARRIS JR., B.; VANHORN, H. H. **Water and its importance to animals**. Gainesville: University of Florida, 1992. 8p. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/files/DS/DS08500.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2011.
- KRUG, F. J.; REIS, B. F.; GINÉ, M. F.; ZAGATTO, E. A. G.; FERREIRA, J. R.; JACINTHO, A. O. Zone trapping in the injection analysis. spectrophotometric of flow level of ammonium ion in natural waters. **Analytica Chimica Acta**, v.151, p. 39-48, 1983.
- LARDNER H. A.; KIRYCHUK, B. D.; BRAUL, L.; WILLMS, W. D.; YAROTSKI, J. The effect of water quality on cattle performance on pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 56, p.97-104, 2005.
- MACKERETH, F. J. H.; HERON, J.; TALLING, J. F. **Water analysis**: some revised methods for limnologists. London: Freshwater Biological Association, 1978. 121p. (Scient.Publ., 36).
- MARKER, A. F. H.; NUSH, E. A.; RAI, H.; RIENMANN, B. The measurement of photosynthetic pigments in freshwaters and standardization of methods: conclusions and recommendations. **Archiv für Hydrobiologie – Beiheft Ergebnisse der Limnologie**, v.14, n.1-2, p. 91-106, 1980.
- MARKWICK, G. Water requirements for sheep and cattle. **Primefacts**, n. 326, p. 1- 4, jan. 2007. News DPI. Disponível em: <<http://www.livestock-emergency.net/userfiles/file/water-supply/Marwick-2007.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2011.
- MARZALL, K.; ALMEIDA, J. Indicadores de Sustentabilidade para Agroecossistemas: estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.17, n.1, p. 41-59, 2000.
- MEDINA-JUNIOR, P. B.; RIETZLER, A. C. Limnological study of a Pantanal saline lake. **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n.4, p.651-659, 2005.
- MIRANDA, K.; CUNHA, M. L. F.; DORES, E. G. G. C.; CALHEIROS, D. F. Pesticide residues in river sediments from the Pantanal Wetland, Brazil. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v. 43, p. 717-722, 2008.
- MONITORAMENTO das alterações da cobertura vegetal e uso do solo na Bacia do Alto Paraguai porção brasileira: período de análise 2002 a 2008. Brasília, DF: Fundo Mundial para Natureza, 2009. Relatório Técnico Metodológico. 5 p. Acompanha 1 CD-ROM. Título em inglês: Monitoring alterations in vegetation cover and land use in the Upper Paraguay River Basin Brazilian Portion - period of analysis: 2002 to 2008.
- MOURÃO, G. M. **Limnologia comparativa de três lagoas (duas "baías" e uma "salina" do Pantanal da Nhecolândia, MS**. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1989.
- MOURÃO, G. M.; ISHI, I. H.; CAMPOS, Z. M. S. Alguns fatores limnológicos relacionados com a icitiofauna de baías e salinas do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Limnologica Brasileira**, v. 11, p. 181-198, 1988.
- MOURÃO, G. M.; OLIVEIRA, M. D.; CALHEIROS, D. F.; PADOVANI, C. R.; MARQUES, E. J.; UETANABARO, M. O. Pantanal Mato-Grossense. In: SEELIGER, U.; CORDAZZO, C.; BARBOSA, F. (Ed.). **Os sites e o programa brasileiro de pesquisas ecológicas de longa duração**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2002. 184 p.
- NÓBREGA, J. A. M.; ALBERICI, A. A. Flow injection spectrophotometric determination of ammonium in natural waters. **Journal of Chemical Education**, v. 68, p. 966-972. 1991.
- OLIVEIRA, M. D.; CALHEIROS, D. F. Flood pulse influence on phytoplankton communities of the south Pantanal floodplain, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 427, p. 101-112, 2000.
- OLIVEIRA, M. D.; CALHEIROS, D. F. Características e alterações limnológicas na bacia do rio Taquari. In: GALDINO, S.; VIEIRA, L. M.; PELLEGRIN, L. A. (Ed.). **Impactos Ambientais e Socioeconômicos na bacia do rio Taquari-Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2005. p. 199-206.
- OKLAHOMA COOPERATIVE EXTENSION SERVICE. **Riparian Area - Management Handbook**. Oklahoma: Oklahoma State University, 1998. 97p. Publication E-952.

- PADOVANI, C. R.; ASSINE, M. L.; VIEIRA, L. M. Inundações no leque aluvial do rio Taquari. In: GALDINO, S.; VIEIRA, L. M.; PELLEGRIN, L. A. (Ed.). **Impactos ambientais e socioeconômicos na bacia do rio Taquari-Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2005. p.183-196.
- POTT, E. B.; ALMEIDA, I. L.; BRUM, P. A. R.; COMASTRI FILHO, J. A.; POTT, A.; DYNIA, J. F. Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-Grossense: 2 – micronutrientes na Nhecolândia (parte central). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, n.1, p.109-126, 1989.
- POTT, E. B.; BRUM, P. A. R.; ALMEIDA, I. L.; COMASTRI FILHO, J. A.; DYNIA, J. F. Nutrição mineral de bovinos de corte no Pantanal Mato-Grossense I - levantamento de macronutrientes na Nhecolândia (parte central). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n.9/10, p. 1093-1109, 1987.
- RIGBY, D.; WOODHOUSE, P.; YOUNG, T.; BURTON, M. Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice. **Ecological Economics**, v.39, p. 463-478, 2001.
- 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. **Caracterização dos recursos forrageiros nativos da sub-região da Nhecolândia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**. 2001. 190f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 2001.
- SANTOS, S. A.; ABREU, U. G. P.; COMASTRI FILHO, J. A.; CRISPIM, S. M. A.; PELLEGRIN, A. O.; TOMICH, T. R. **Desafios e soluções tecnológicas para a produção sustentável de gado de corte no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2008. 33p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 99).
- SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, p.1703-1711, 1998.
- SILVA, W. M.; ROCHE, K. F.; EILERS, V.; OLIVEIRA, M. D. Copepod (Crustacea) distribution in the freshwater and hyposaline lakes of the Pantanal of Nhecolândia (Mato Grosso do Sul, Brazil). **Acta Limnológica Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 327-331, 2009.
- SMITH, C. S.; MCDONALD, G. T. Assessing the sustainability of agriculture at the planning stage. **Journal of Environmental Management**, v.52, p.15 -37, 1998.
- SOARES, M. T. S.; SANTOS, S. A.; ABREU, U. G. P. **Estimativa preliminar do conteúdo de nitrogênio depositado via fezes bovinas no Pantanal da Nhecolândia**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2007. 33p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 65).
- SOLO-GABRIELLE, H. M.; WOLFERT, M. A.; DESMARAIS, T. R.; PALMER, C. J. Sources of *Escherichia coli* in a coastal subtropical environment. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 66, p.230-237, 2000.
- VALDERRAMA, J. C. The simultaneous analyses of TN and TP in natural waters. **Marine Chemistry**, v. 10, p. 109 - 112, 1981.
- WETZEL, R.G.; LIKENS, G. E. **Limnological analyses**. 2 nd ed. Springer-Verlag: New York, 1991. 391 p.
- WRIGHT, C. L. Management of water quality for beef cattle. **Veterinary clinics Food Animal**, v. 23, p. 91-103, 2007.
- ZAGATTO, E. A. G.; JACINTHO, A. O.; REIS, B. F.; KRUG, F. J.; BERGAMIN, H.; PESSEDA, F. L. C. R.; MORTATTI, J.; GINÉ, M. F. **Manual de análises de plantas e águas empregando sistemas de injeção em fluxo**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1981. 45p.

Embrapa

Pantanal

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA