

Protocolo: Índice de Conservação de Corpos de Água Naturais (ICA) para a Fazenda Pantaneira Sustentável (FPS)



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

Documentos 128

Protocolo: Índice de Conservação de Corpos de Água Naturais (ICA) para a Fazenda Pantaneira Sustentável (FPS)

Márcia Toffani Simão Soares
Márcia Divina de Oliveira
Débora Fernandes Calheiros
Sandra Aparecida Santos
Helano Póvoas Lima

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.embrapa.br/pantanal
Email: www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Unidade Responsável pelo conteúdo

Embrapa Pantanal

Comitê Local de Publicações da Embrapa Pantanal

Presidente: *Suzana Maria de Salis*
Membros: *Ana Helena B.M. Fernandes*
Dayanna Schiavi N. Batista
Sandra Mara Araujo Crispim
Vanderlei Doniseti Acassio dos Reis
Secretária: *Eliane Mary P. de Arruda*

Supervisora editorial: *Suzana Maria de Salis*
Tratamento de ilustrações: *Eliane Mary P. de Arruda*
Foto da capa: *Márcia Toffani Simão Soares*
Editoração eletrônica: *Eliane Mary P. de Arruda*
Disponibilização na página: *Marilisi Jorge da Cunha*

1ª edição

Formato digital (2014)

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

Protocolo: Índice de Conservação de Corpos de Água Naturais (ICA) para a Fazenda Pantaneira Sustentável (FPS) [recurso eletrônico] / Márcia Toffani Simão Soares... [et al.]. – Dados eletrônicos. - Corumbá : Embrapa Pantanal, 2014.

21 p. (Documentos / Embrapa Pantanal, ISSN 1981-7223 ; 128).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC128.pdf>>

Título da página da Web: (acesso em 17 dez. 2014)

1. Hidrologia. 2. Recursos hídricos. 3. Manejo de água. 4. Indicadores. I. Soares, Márcia Toffani Simão II. Oliveira, Márcia Divina de. III. Calheiros, Débora Fernandes. IV. Santos, Sandra Aparecida. V. Lima, Helano Póvoas. VI. Embrapa Pantanal. VII. Série.

CDD 551.48

© Embrapa 2014

Autores

Márcia Toffani Simão Soares

Engenheira Agrônoma, Doutora em Engenharia Agrônômica
Embrapa Pantanal
Rua 21 de Setembro, 1880
79320-900, Corumbá, MS
Telefone: (67) 3234-5900
marcia.toffani@embrapa.br

Márcia Divina de Oliveira

Bióloga, Doutora em Limnologia
Embrapa Pantanal
Rua 21 de Setembro, 1880
79320-900, Corumbá, MS
Telefone: (67) 3234-5900
marcia.divina@embrapa.br

Débora Fernandes Calheiros

Bióloga, Doutora em Ciências
Embrapa /UFMT
Departamento de Geografia - ICHS
Av. Fernando Côrrea da Costa, 2367
78060-900, Cuiabá, MT
Telefone: (65) 3615-8484
debora.calheiros@embrapa.br

Sandra Aparecida Santos

Zootecnista, Doutora em Produção Animal
Embrapa Pantanal
Rua 21 de Setembro, 1880
79320-900, Corumbá, MS
Telefone: (67) 3234-5937
sandra.santos@embrapa.br

Helano Póvoas de Lima

Graduado em Ciências da Computação
Embrapa Informática Agropecuária
Av. André Tosello, 209, Barão Geraldo
13083-970, Campinas, SP
Telefone: (19) 3211-5816
helano.lima@embrapa.br

Apresentação

Este documento apresenta o protocolo para obtenção do “Índice de Conservação de Corpos de Água Naturais – ICA”, uma ferramenta que possibilita caracterizar e monitorar a situação da propriedade rural pantaneira no tocante à conservação dos seus corpos d’água naturais e entorno. O ICA, bem como o presente Protocolo foram obtidos a partir de um trabalho mais amplo de elaboração do programa “FPS – Fazenda Pantaneira Sustentável”, construído com o uso de critérios de sustentabilidade econômica, social e ambiental, e fundamentado na necessidade de adoção de práticas de uso dos recursos naturais com base no conhecimento das interações entre o sistema produtivo e os processos ecológicos que regem os ecossistemas ao qual pertence.

Esperamos que a ferramenta aqui apresentada estimule o uso crescente de práticas de manejo sustentáveis nas fazendas pantaneiras, contribuindo para a gestão de seus recursos e a valoração de seus múltiplos produtos que são ofertados à sociedade.

Emiko Kawakami de Resende

Chefe-Geral da Embrapa Pantanal

Sumário

Protocolo: Índice de Conservação de Corpos de Água Naturais (ICA) para a Fazenda Pantaneira Sustentável (FPS)	
Introdução	7
O Índice de Conservação de Corpos de Água Naturais - ICA, seus indicadores e procedimentos para avaliação	8
1. Deposição de excretas de bovinos e compactação do solo por pisoteio – FEZ/PIS.....	9
2. Alteração no fluxo natural das águas superficiais– FLUXO.....	11
3. Assoreamento dos corpos d' água – ASSO	13
4. Alteração da vegetação na borda dos corpos d'água – VEG	13
5. Índice de adequação do requerimento de água animal – IARA	14
Obtenção do ICA no Webfuzzy	15
Considerações Finais.....	17
Referências.....	17

Protocolo: Índice de Conservação de Corpos de Água Naturais (ICA) para a Fazenda Pantaneira Sustentável (FPS)

Márcia Toffani Simão Soares
Márcia Divina de Oliveira
Débora Fernandes Calheiros
Sandra Aparecida Santos
Helano Póvoas de Lima

Introdução

O Pantanal Mato-Grossense é um dos mais importantes biomas brasileiros e uma das maiores extensões úmidas contínuas do planeta. Devido a sua condição de área úmida única no mundo quanto à sua diversidade biológica, de ambientes e de paisagens, é classificado como Patrimônio Nacional (BRASIL, 1988), Reserva Mundial da Biosfera (UNESCO, 2014), possuindo ainda áreas consideradas pela UNESCO como Patrimônio Natural da Humanidade (WORLD..., 2001). Há mais de dois séculos, a principal atividade econômica da região é a pecuária bovina, sendo desenvolvida em grandes propriedades privadas basicamente para a produção de bezerros. O manejo tradicional dos rebanhos bovinos pela comunidade pantaneira é caracterizado pela baixa dependência do uso de recursos não renováveis no sistema produtivo, sendo, por este aspecto, considerada sustentável (SPECHT, 2011; TAKAHASHI et al., 2009) comparativamente a sistemas pecuários convencionais. Valorar adequadamente esta atividade requer, todavia, o uso de critérios de avaliação que considere as condições econômicas e sociais do sistema produtivo, assegurando a integridade do ambiente ecológico ao longo do tempo e garantindo níveis aceitáveis de produtividade econômica com conservação ambiental (MORAES et al., 2008).

Em atendimento a esta demanda, Santos et al. (2008) iniciaram um projeto visando desenvolver um sistema de suporte à decisão para avaliação e monitoramento das fazendas pantaneiras denominado “FPS – Fazenda Pantaneira Sustentável” baseado em indicadores. Esta ferramenta foi elaborada com o uso de critérios de sustentabilidade nas dimensões econômica, social e ambiental, buscando-se a representatividade dos fenômenos que ocorrem em uma propriedade rural. Para a composição do Índice FSP foram selecionados indicadores de fácil mensuração pelos usuários, com condições de caracterizar a situação atual da propriedade rural, alertar para situações de risco e prever situações futuras, facilitando assim a tomada de decisão por parte de proprietários, bem como por órgãos gestores (CALHEIROS et al., 2013; RIGBY et al., 2001).

A ferramenta FSP foi desenvolvida com base em indicadores que representam os seis principais parâmetros relacionados à sustentabilidade da produção de gado de corte nas fazendas pantaneiras, sendo estes: 1) conservação e produtividade das pastagens; 2) conservação da biodiversidade; 3) conservação dos recursos hídricos; 4) manejo do rebanho e bem-estar animal; 5) viabilidade econômica e 6) aspectos socioculturais. O componente “conservação dos corpos d’água naturais” é parte importante da ferramenta FPS devido ao inegável papel desempenhado pela água no funcionamento dinâmico do meio natural e produtivo, refletindo no consumo de alimentos do rebanho, no desempenho e, conseqüentemente, na saúde dos animais, já que a água se constitui em importante veículo de contaminantes. Neste documento estão apresentados os indicadores que compõem o “Índice de Conservação de Corpos de Água Naturais” – “ICA” anteriormente descrito em Calheiros et al. (2013), e modificado neste documento a partir das atividades de validações a campo (SOARES et al., 2007) e participativa, realizadas entre 2011 e 2012 pela equipe técnica responsável pelo ICA, com o envolvimento de produtores rurais e técnicos que atuam na região do Pantanal. Assim, em atendimento às avaliações realizadas durante a etapa de validação, neste documento está sendo acrescentado ao ICA um indicador para avaliar a disponibilidade e adequação das fontes de água naturais e artificiais para os bovinos – IARA, apresentado inicialmente em Santos et al. (2013). Os procedimentos para avaliação desses indicadores foram aqui descritos em detalhes para que possam ser empregados com facilidade por técnicos que utilizarão a ferramenta FPS.

O Índice de Conservação de Corpos de Água Naturais - ICA, seus indicadores e procedimentos para avaliação

De modo geral, para caracterizar a água quanto aos aspectos de qualidade, são geralmente utilizados como indicadores diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos, tais como: oxigênio dissolvido pH, condutividade elétrica, turbidez, dureza, concentração de nutrientes e de coliformes, metais pesados, sendo a qualidade considerada inadequada quando estes alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso, preconizados em legislações específicas (ARAÚJO et al., 2011, GHARIBI et al., 2012; MUNIZ et al., 2011). Embora tais parâmetros sejam de extrema importância para investigar alterações da qualidade das águas em função de ações antrópicas, Oliveira e Calheiros (2011) alertaram para a dificuldade em se definir intervalos que categorizem a qualidade da água na planície pantaneira para tais fins, devido à diversidade de ambientes aquáticos e a sazonalidade climática e hidrológica característicos da região.

Considerando as particularidades da região Pantaneira e a dificuldade de estabelecer indicadores de medidas diretas da qualidade da água, Calheiros et al. (2013) propuseram o ICA (Índice de Conservação de Corpos de Água Naturais), baseado em análises visuais, com o propósito de expressar as alterações no entorno e proximidades dos cursos d'água, as quais pudessem afetar a saúde ambiental do corpo d'água. Os indicadores definidos para compor o ICA foram:

1. Deposição de excretas de bovinos e de compactação do solo por pisoteio - FEZ/ PIS.
2. Fluxo natural de água – FLUX.
3. Assoreamento dos corpos d'água – ASSO.
4. Alteração da vegetação na borda dos corpos d'água – VEG.
5. Índice de adequação do requerimento de água animal – IARA.

É importante salientar que estes indicadores foram selecionados para composição do ICA por estarem diretamente associados às tomadas de decisão voltadas ao uso e manejo da propriedade e do rebanho bovino, podendo ser avaliados, conforme recomendado por Pineda e Schäfer (1987) por métodos simples e acessíveis, voltados à obtenção de informações objetivas e interpretáveis, com critérios próprios que observam as características peculiares dos recursos hídricos da região.

Recomendações gerais para avaliação dos indicadores

Para a avaliação do nível de alteração destes indicadores em uma propriedade rural, recomenda-se a seguinte sequência de ações para ajudar na escolha e na avaliação dos ambientes:

- A. Obtenção e análises preliminares de mapas da fazenda, com delimitação das invernadas e imagens de satélite (se possível de alta definição).
- B. Reunião preliminar à atividade de campo junto ao produtor e/ou funcionário com amplo conhecimento histórico do manejo da fazenda, a fim de se levantar as seguintes informações técnicas:
 - i. Tipos de corpos d'água (riachos, rios, corixos, vazantes, baías, lagoas marginais, salinas, etc); avaliando se são ambientes perenes ou não, naturais ou artificiais.
 - ii. Alteração antrópica ou natural dos cursos d'água (escavação de baías, por exemplo).
 - iii. Quais estratégias são utilizadas para dessedentação animal.
 - iv. Presença de áreas preservadas legalmente e corpos d'água no seu interior.

- v. Procedimentos adotados para conservação de matas ciliares, nascentes e encostas (áreas de proteção permanente – APPs), segundo a legislação vigente (BRASIL, 2012a e 2012b).
- vi. Percentual de áreas com pastagens exótica e tempo de implantação, com descrição de vegetação original (em quais fitofisionomias, se campestre ou arbórea).
- vii. Taxa de lotação geralmente utilizada.

C. Visita técnica: com posse das informações acima levantadas, especialmente com um mapa da fazenda e imagem aérea, realizar a visitação à fazenda e aos respectivos corpos d'água. Esta deve ser feita durante o período seco (a partir de agosto).

Recomenda-se avaliar todos os corpos d'água dentro da propriedade, o que é possível quando a propriedade apresenta recursos hídricos limitados. Todavia, caso não seja possível, recomenda-se avaliar ao menos 30% do total dos corpos d'água na fazenda, procurando-se contemplar todos os diversos tipos de ambientes hídricos. Para tanto, sugere-se selecionar os corpos d'água a serem avaliados pelo método de quadrantes onde se divide a propriedade em 4 quadrados, sorteando-se as invernadas ou os corpos d'água dentro de cada quadrante para se ter representatividade das áreas da fazenda. Quando possível as áreas avaliadas devem ser as mesmas avaliadas para outros indicadores como pastagem e biodiversidade.

É necessário o uso de equipamento GPS (Global Positioning System) para georreferenciamento dos corpos d'água e câmera fotográfica para obtenção de registros fotográficos da área a fim de compor um banco de dados da fazenda. Tais informações deverão ser registradas em planilhas de avaliação (Anexos 1 e 2). Recomenda-se que uma equipe, composta por pelo menos dois técnicos, realize o preenchimento das planilhas, sendo que as avaliações discrepantes devem ser discutidas entre os técnicos para aprimoramento do uso do protocolo. O procedimento detalhado para a avaliação de cada indicador está abaixo apresentado.

1. Deposição de excretas de bovinos e compactação do solo por pisoteio – FEZ/PIS

Conceito

O indicador “Deposição de excretas de bovinos e compactação do solo por pisoteio” (FEZ/ PIS) tem por finalidade avaliar o uso do entorno dos corpos d'água pelos bovinos, e indiretamente os efeitos da deposição de excretas bovinas na qualidade da água, bem como de compactação das margens dos cursos d'água pelo pisoteio do gado (Figura 1). O indicador foi selecionado em reconhecimento aos riscos de eutrofização dos corpos d'água decorrentes da entrada de excretas bovinas, uma importante fonte de nitrogênio. Estima-se que cerca de 60% a 90% dos nutrientes ingeridos pelo gado retornam aos pastos na forma de fezes e urina (vide BARROW, 1967; BRAZ et al., 2002, SOARES et al., 2007); estes nutrientes podem ser aproveitados pelo sistema produtivo via reciclagem no sistema solo-planta, bem como também contribuir para a eutrofização dos corpos d'água devido ao uso intensivo deste ambiente e de seu entorno pelo rebanho, com consequente eliminação expressiva de excretas nestes locais. Já a compactação do solo interfere qualitativa e quantitativamente na transferência de água e nutrientes entre o sistema terrestre e o aquático, ao ocasionar um novo arranjo e aproximação das partículas sólidas e, consequentemente, aumento da densidade do solo e redução da porosidade. As perdas da capacidade de infiltração de água no solo podem ser significativas (vide BORGES et al., 2009) e promover o aumento do escoamento superficial da água de chuva e dos processos erosivos, carregando sedimentos aos cursos d'água. Com a compactação, o desenvolvimento do sistema radicular das plantas também pode ser comprometido (MULLER et al., 2011), com consequente diminuição da cobertura vegetal sobre o solo.

Procedimento para avaliação de FEZ/PIS no campo

Recomenda-se que as avaliações de FEZ/PIS sejam feitas no entorno dos corpos d'água, em raio de 100 metros a partir da borda, dependendo da largura da borda, utilizando-se o método de pontos modificado (BECKER; CROCKETT, 1973; MANTOVANI; MARTINS, 1990; PELLEGRINI et al., 2007). Para tanto recomenda-se definir, com o auxílio de uma trena, ao menos quatro transectos, um em cada quadrante do corpo d'água, de aproximadamente 100 metros e que cubram a extensão da borda (Figura 2). Em cada transecto, as avaliações referentes à FEZ/PIS deverão ser feitas a cada dois metros. Para FEZ, deverá ser anotada, em cada ponto e somente nele, a presença ou ausência (valores "1" ou "0", respectivamente) de bolo fecal bovino íntegro ou pouco fragmentado; já a compactação do solo por pisoteio (PIS) será registrada nos mesmos pontos submetido à avaliação de FEZ, pela ocorrência ou não (valores "1" ou "0", respectivamente), de: (a) marcas de pisoteio pelo gado na superfície do solo e, ou (b) formação de poças de água devido a drenagem do solo deficiente (associada à compactação por pisoteio) e, ou (c) ocorrência de processos erosivos associados à compactação por pisoteio, com transporte de partículas de solo e deposição nas partes mais baixas do relevo.

O valor atribuído ao indicador FEZ/PIS para cada corpo d'água corresponderá à frequência da presença ("valor 1") de FEZ, somada à frequência da presença de PIS em todo o perímetro avaliado, divididas por duas vezes o número total de pontos observados (vide Figura 2). O valor será expresso em porcentagem de ocorrência (%). As classificações de níveis de impacto para FEZ/PIS a serem utilizadas estão apresentadas na Tabela 1.



Figura 1. Exemplos de áreas no entorno de baías que foram utilizadas pelo gado, com deposição de excretas bovinas e marcas de pisoteio pelos bovinos

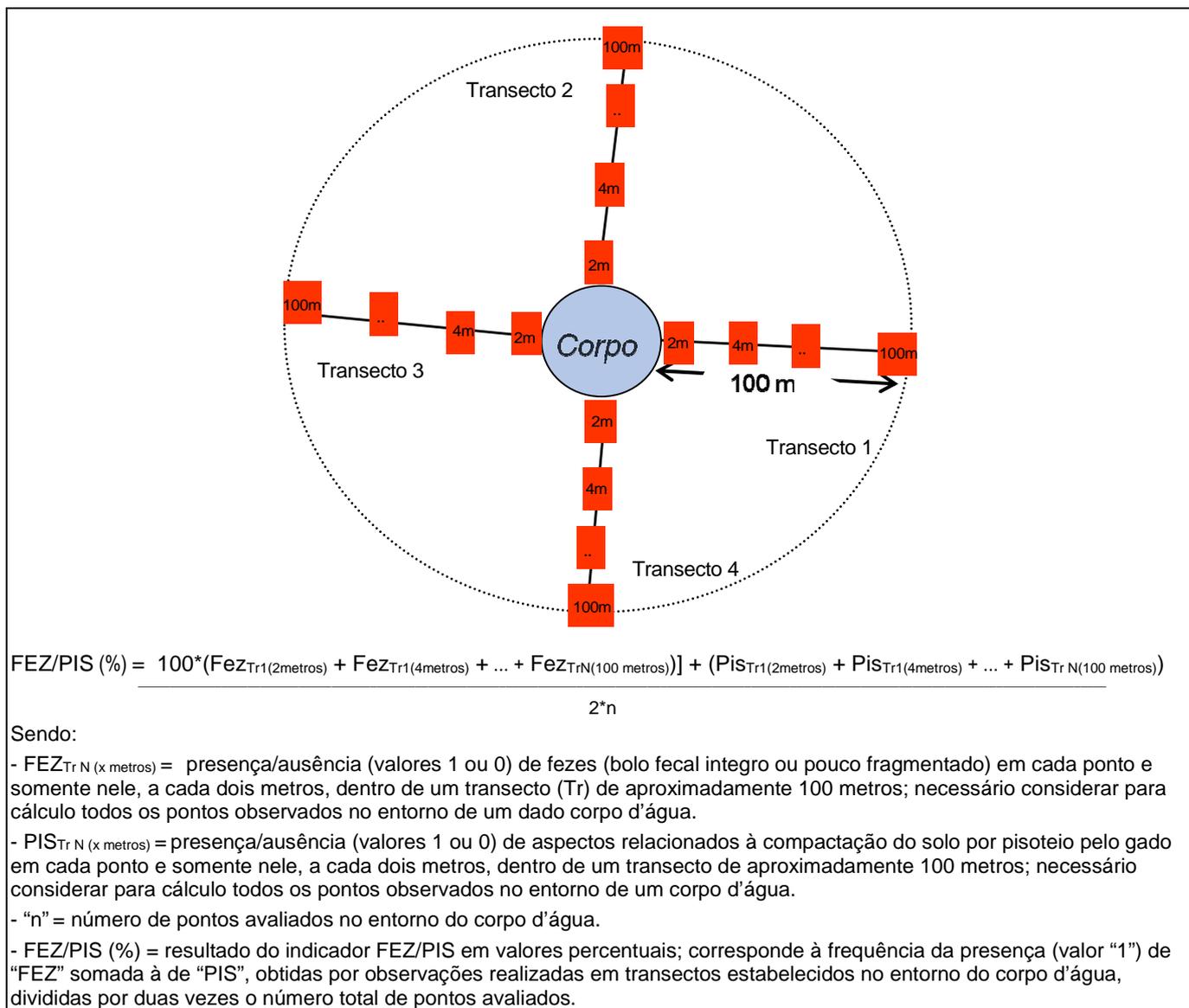


Figura 2. Esquema do procedimento para avaliação da deposição de excretas de bovinos e da compactação do solo por pisoteio no entorno de corpos de água no Pantanal, e equação para obtenção do indicador FEZ/PIS.

2. Alteração no fluxo natural das águas superficiais – FLUXO

Conceito

O indicador "FLUXO" avalia a alteração no fluxo (principalmente vazão e direção) de água natural em cursos d'água superficiais, devido a interferências antrópicas (construção de canais, diques, aterros, estradas, etc.). O indicador foi selecionado pois alterações na hidrologia afetam os ecossistemas de forma sistêmica, e portanto, afetam a biodiversidade de processos ecológicos de forma abrangente.

Procedimento para avaliação de FLUXO

A existência de alteração no fluxo (vazão) em cursos d'água superficiais será avaliada visualmente na fazenda, verificando-se a presença de barragens, estradas sem pontes obstruindo fluxo d'água, acúmulo de água em aterros, aprofundamento de leito dos corpos d'água naturais, bem como por imagens de satélite. Será considerada alteração de fluxo somente aquela decorrente de alterações e obras situadas dentro da propriedade avaliada. Importante também verificar a extensão da área em que houve a modificação do fluxo d'água, ainda que extrapole as delimitações da fazenda em questão, bem como a possibilidade, o grau de dificuldade, ou o quanto oneroso seria a reabilitação do fluxo alterado. As classificações de nível de impacto de FLUXO estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos cinco indicadores utilizados na avaliação do índice de conservação de corpos de água naturais, com os níveis de impacto correspondentes.

Indicador		Níveis de impacto			Descrição do indicador
		Crítico	Regular	Bom	
FEZ/PIS	Deposição de excretas de bovinos e compactação do solo por pisoteio (0 a 100%)	Fezes e pisoteio/compactação presente em mais que 60% das bordas dos corpos d'água	Fezes e pisoteio/compactação presente em 35-60% das bordas dos corpos d'água	Fezes e pisoteio/compactação presente em 0-35% das bordas dos corpos d'água	Estimativa visual, no local, da quantidade/área de fezes bovinas e do nível de alteração das bordas dos corpos d'água pelo pisoteio de bovinos, considerando o número total de corpos d'água naturais avaliados.
FLUXO	Alteração no fluxo natural de água (0 a 100%)	Alteração elevada com pouca possibilidade de reversão, ou seja quando o fluxo natural da água é quase ou totalmente interrompido (barragem e/ou diques) (60-100%)	Alteração moderada, fluxo parcialmente interrompido, com boa possibilidade de reversão (35-60%)	Alteração mínima com possibilidade total de reversão (0-35%)	Estimativa das variações de fluxo/vazão dos cursos d'água resultantes de interferências antrópicas (construção de canais, diques, aterros, etc...).
ASSO	Assoreamento dos corpos d'água (0 a 100%)	Elevado (60-100%)	Médio (35-60%)	Baixo (0-35%)	Estimativa visual e limnológica da presença de erosão em áreas adjacentes (estradas, áreas sob cultivo, etc) e nas margens dos cursos d'água, da entrada de sedimentos bem como seu acúmulo formando bancos de areia.
VEG	Alteração da vegetação na borda dos corpos d'água (0 a 100%)	Alteração elevada – plantas exóticas ou solo nu (50 - 100%)	Alteração moderada (30-50%)	Alteração mínima /sem alteração (0-30%)	Estimativa visual da modificação na vegetação na borda de baías, presença de plantas exóticas e invasoras ou mesmo remoção de mata ciliar no caso de ambientes lóticos.
IARA	Índice de adequação do requerimento de água animal (1 a 3)	Adequado – IARA 3	Moderado – IARA 2	Não adequado – IARA 1	Avalia se os animais têm acesso a água com disponibilidade e qualidade adequada para atender as suas necessidades vitais e de bem-estar durante o pico da seca, época crítica em muitas regiões do Pantanal onde os corpos d'água naturais podem secar completamente.

3. Assoreamento dos corpos d'água – ASSO

Conceito

O indicador “ASSO” avalia a existência de assoreamento dos cursos d'água devido à entrada de sedimentos, bem como seu acúmulo no interior do corpo d'água, devido a interferências antrópicas em seu entorno (desmatamento de áreas próximas, abertura de novas estradas, uso do gado na seca, dentre outras). Na planície pantaneira, os principais impactos que provocam assoreamento dos cursos d'água estão associados a práticas agrícolas e pecuárias não conservacionistas no planalto adjacente, que promovem a instalação de processos erosivos do solo com consequente geração de sedimentos (GODOY et al., 1998). Sabe-se que o carregamento de sedimentos aos sistemas hídricos superficiais pode diminuir a estabilidade do leito, mudar os padrões de transbordamento para a planície, bem como as características da água da bacia (OLIVEIRA; CALHEIROS, 1998). O aumento da transferência de sedimentos para o meio aquático pode resultar em aumento da turbidez, afetando a transmissão de luz na coluna d'água e, conseqüentemente a redução da produtividade nestes sistemas (DAVIES-COLLEY et al., 1992). A diminuição da profundidade e da funcionalidade ecossistêmica e do tempo de vida útil do corpo d'água, em uma propriedade rural pantaneira é extremamente indesejável, considerando a importância estratégica dos reservatórios naturais e artificiais para o sistema produtivo, ao assegurar a dessedentação do rebanho, bem como para a sobrevivência da fauna silvestre da região (MURI et al., 2007).

Procedimento para avaliação de ASSO no campo

A estimativa de ASSO (Tabela 1) será visual durante o acompanhamento de campo e por imagens de satélite, avaliando-se a existência de assoreamento dos cursos d'água devido à entrada e acúmulo de sedimentos em seu interior (bancos de areia), e os riscos associados, tais como feições erosivas em áreas adjacentes aos cursos d'água (estradas rurais e áreas utilizadas para produção pecuária ou agrícola).

4. Alteração da vegetação na borda dos corpos d'água – VEG

Conceito

O indicador “VEG” tem por finalidade avaliar a alteração da vegetação no entorno das margens dos cursos d'água naturais, devido (1) a substituição de espécies nativas por exóticas (braquiárias, por exemplo) (Figura 3); (2) a remoção de mata ciliar no caso de ambientes lóticos (rios), comparando-se com as métricas determinadas pela legislação vigente e (3) a diminuição da capacidade de suporte das pastagens nativas e exóticas, decorrente da invasão por espécies arbustivas tais como canjiqueira (*Byrsonima cydoniifolia*), assa-peixe (*Vernonanthura brasiliiana*), araticum (*Annona dioica*), espécies arbóreas como cambará (*Vochysia divergens*), lixeira (*Curatella americana*), e espécies herbáceas, tais como malva-branca (*Waltheria albicans*), além de três espécies conhecidas regionalmente como guanxuma (*Pavonia sidifolia*, *Piriqueta corumbensis* e *Turnera melochioides*) (SANTOS; COMASTRI FILHO, 2012). O indicador foi selecionado em reconhecimento à importância das zonas ripárias como um elemento de interação funcional entre os ambientes terrestres e os aquáticos, especialmente no tocante às suas relações hidrológicas, tais como a interceptação dos processos predominantes no escoamento direto da microbacia, controle da temperatura e da qualidade da água (filtragem física e biológica de sedimentos e nutrientes), bem como influência sobre a comunidade de macroinvertebrados dos cursos d'água (LIMA; ZAKIA, 2006).

Procedimento para avaliação de VEG no campo

A estimativa de VEG (Tabela 1) será realizada em duas etapas, sendo a primeira a ser realizada antes das atividades de campo, por meio de análise de imagens de satélite ou fotografias aéreas de bordas de corixos, baías, salinas e demais cursos d'água naturais. Na fazenda (segunda etapa), a avaliação visual da cobertura vegetal também seguirá o mesmo procedimento utilizado para FEZ/PIS em bordas de baías (Figura 2).

Serão estabelecidos quatro transectos (ao menos), um em cada quadrante do corpo d'água, de aproximadamente 100 metros, abrangendo toda a extensão da borda; a cada dois metros (método do ponto) serão anotados a presença ou ausência (a) da cobertura vegetal sobre o solo, (b) de espécies invasoras e (c) de espécies exóticas introduzidas (ex. braquiária) em cada ponto e somente nele. Poderão ser utilizados os mesmos transectos estabelecidos para avaliação do indicador FEZ/PIS, o que permite que os dois indicadores sejam avaliados na mesma amostragem. No caso da vegetação ciliar ocorrente no entorno de rios, riachos e nascentes (ambientes lóticos), nas duas etapas de avaliação supracitadas, a alteração da cobertura vegetal será considerada conforme a legislação vigente. As informações obtidas para avaliação de VEG poderão ser organizadas em planilha Excel junto às de FEZ/PIS, conforme exemplo apresentado no Anexo 1.



Figura 3. Exemplo de corpos d'água com (a) vegetação nativa no entorno, em invernada sem a presença de gado por aproximadamente 2 anos, e (b) entorno de curso d'água onde houve substituição de vegetação herbácea nativa pela exótica braquiária (*Urochloa* spp.)

5. Índice de adequação do requerimento de água animal – IARA

Conceito

O indicador “IARA” avalia a disponibilidade de água na propriedade rural para dessedentação animal, especialmente no pico de seca, época crítica em muitas regiões do Pantanal onde os corpos d'água naturais podem secar completamente. Neste indicador são considerados os corpos de água artificiais e naturais. O IARA é também parte componente de outro indicador pertencente a ferramenta FPS, denominado “Manejo e bem estar do rebanho” elaborado em consideração aos benefícios do bem estar do rebanho bovino para a sustentabilidade da produção pecuária. A incorporação do IARA ao ICA justifica-se pela grande importância da disponibilidade de água para consumo animal, favorecendo também a diminuição da pressão de uso dos cursos d'água naturais pelo rebanho no tocante à compactação por pisoteio, deposição de excretas, diminuição da cobertura vegetal e outras interferências na zona ripária dos cursos d'água naturais.

Procedimento para avaliação de IARA

Para a avaliação do IARA as fontes de água para dessedentação animal, naturais e artificiais, devem ser computadas e avaliadas quanto à disponibilidade e a facilidade de acesso do rebanho a água, por meio de imagens de satélite e visita na fazenda. O protocolo para medir o IARA está descrito em Santos et al. (2013). Devem ser quantificados o tamanho da invernada ou unidade de manejo, número de animais e categoria, número e tipo de bebedouros disponíveis (tamanho, tipo, profundidade e localização geográfica), e analisados os seguintes critérios:

1. Acesso e distância percorridos (valores médios) do ponto mais próximo de pastagem por meio de imagens de satélite (ideal- até 2 km; moderado- 2 a 4 km e ruim- acima de 4 km);
2. Análise da limpeza e turbidez da água por meio da avaliação visual da presença de fezes e outras sujeiras (ideal - sem fezes dentro do corpo d'água ou na borda; moderado – poucas fezes e ruim - muitas fezes e sinais de eutrofização);
3. Espaço disponível por animal que corresponde metros linear/cabeça (ideal - acima de 10cm/animal; moderado - 4 a 10 cm/animal e ruim - abaixo de 4cm/animal);
4. Disponibilidade e vazão (ideal- reservatório com capacidade acima de 50 litros de água/animal e com boa vazão; moderado- entre 30 e 50 litros de água/animal e com vazão moderada; ruim- abaixo de 30 litros de água/animal e com vazão ruim). A vazão só pode ser estimada em tanques artificiais, onde é possível medir o tempo necessário para completar um volume conhecido.

A partir destas informações gerou-se o índice de adequação do requerimento de água (IARA), classificados em três níveis de escore: Adequado - IARA = 3: este escore é obtido quando o acesso aos corpos d' água e bebedouros é garantido, com espaço ideal por animal, e a quantidade e qualidade da água dos bebedouros disponíveis atendem adequadamente às necessidades dos animais em pastejo; Moderado – IARA = 2: escore 2 é obtido quando os animais têm acesso à água, mas a distância e o espaço são moderados e a quantidade e/ou qualidade da água estão aquém do desejado; Não adequado – IARA= 1: obtido quando todos os critérios descritos acima estão insatisfatórios. Os escores poderão ser organizados em planilha Excel junto aos valores obtidos para os demais indicadores, conforme exemplo apresentado no Anexo 2.

Obtenção do ICA no Webfuzzy

O Índice de Conservação de Corpos de Água Naturais (ICA) será calculado pela ferramenta Fazenda Pantaneira Sustentável – FPS, disponibilizada aos usuários na página <http://www.webfuzzy.cnptia.embrapa.br>, no atalho “Sub-Índice Ambiental”. As inferências são realizadas a partir do WebFuzzy, um servidor de aplicação na internet para modelos no padrão FCL (Fuzzy Control Language) (IEC, 1997), desenvolvido pela Embrapa Informática Agropecuária (LIMA et al., 2011, 2012).

O ICA poderá ser obtido para cada corpo d'água, para cada invernada bem como para toda a propriedade rural. Para a obtenção do ICA de cada invernada ou de toda a fazenda é necessário calcular as médias dos valores obtidos para cada um dos cinco indicadores que compõem o modelo; tais médias serão utilizadas como variáveis de entrada (ou “Valor”) na interface do Webfuzzy, conforme apresentado na Figura 4. Já o cálculo do ICA de cada corpo d'água será obtido diretamente somente com o uso dos valores obtidos em cada ambiente hídrico avaliado. Para todas estas possibilidades, como resultado obtém-se um gráfico de radar que permite uma análise comparativa dos diferentes indicadores (variáveis de entrada) e o valor do ICA final (variável de saída), bem como o nível de impacto correspondente, que pode ser classificado em “Bom”, “Regular” ou “Ruim”. No exemplo hipotético apresentado na Figura 5, o valor obtido para o ICA foi de 6,4521, relacionado à classe “Bom”, conceito que representa o diagnóstico da situação dos corpos d'água na fazenda sob avaliação.

Modelo: Agua

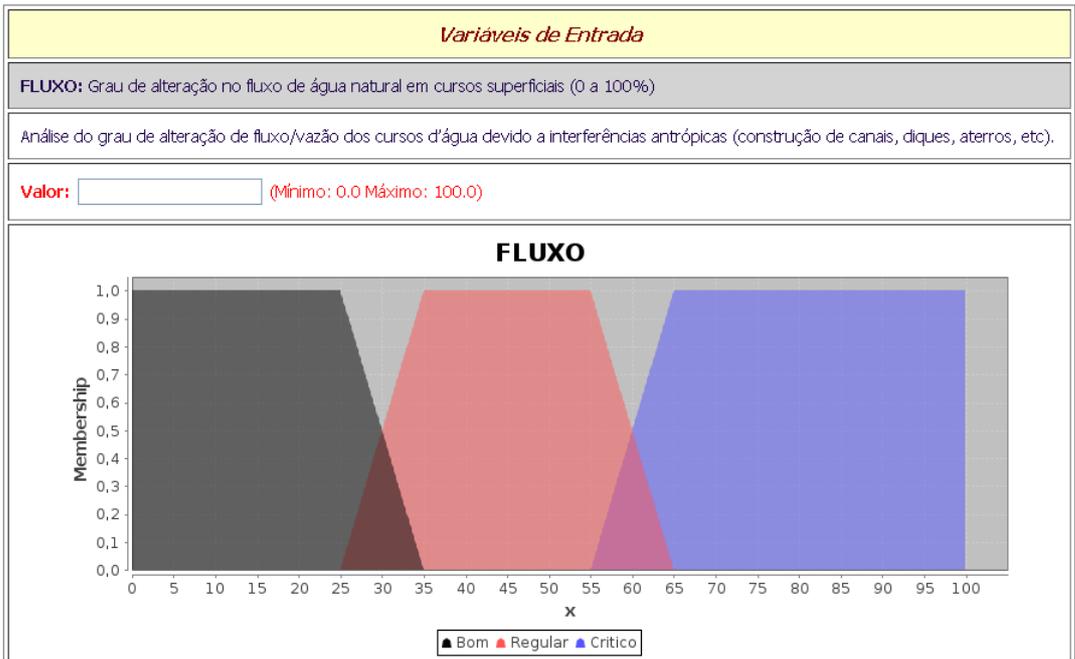


Figura 4. Interface do Webfuzzy onde são adicionadas as variáveis de entrada, obtidas no campo, para a obtenção do ICA (no caso, o valor corresponde ao indicador FLUXO).

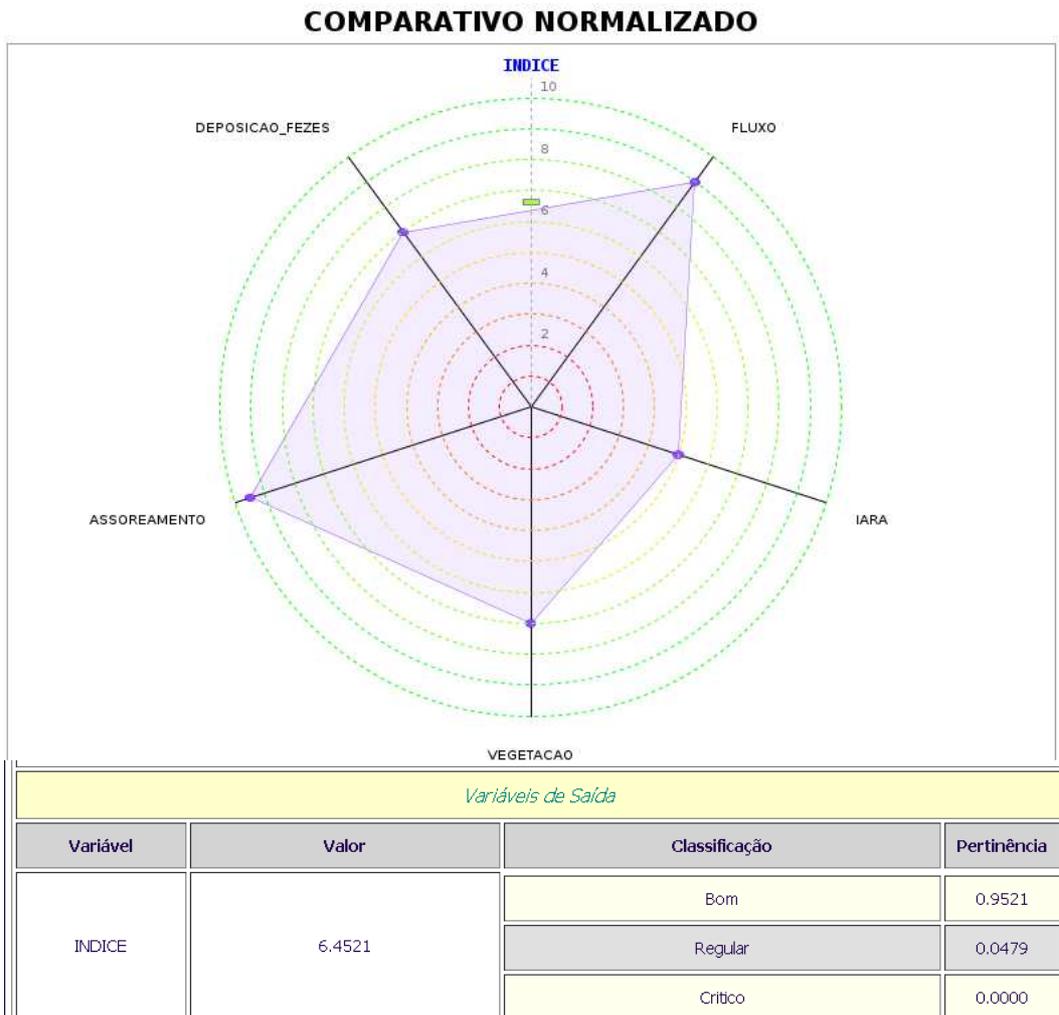


Figura 5. Exemplo de representação gráfica do índice final calculado (ICA) e a respectiva classificação (“Bom”, com maior nível de pertinência).

Considerações Finais

Com o uso do ICA espera-se a obtenção sintetizada de informações referentes ao uso e gestão dos recursos hídricos naturais, bem como associá-las à atividade pecuária bovina em uma propriedade rural pantaneira. Esta associação, em uma abordagem multidimensional da sustentabilidade, será contemplada por meio da sua aplicação junto aos demais indicadores do Índice “Fazenda Pantaneira Sustentável – FPS”, dada a impossibilidade de se determinar a sustentabilidade considerando apenas um aspecto do ambiente e do sistema produtivo. A leitura de seus resultados e respectivas inter-relações devem ser constantemente avaliadas e compartilhadas pelos diferentes agentes da sociedade (proprietários rurais, representantes do governo, instituições da pesquisa, organizações não-governamentais, dentre outros) sob um enfoque sistêmico, a fim de permitir sua contínua validação, aprimoramento e atualização frente ao avanço do conhecimento técnico e científico, e às constantes mudanças do contexto agropecuário no cenário nacional e internacional

Referências

- ARAÚJO, G. G. L. de; VOLTOLINI, T. V.; TURCO, S. H. N.; PEREIRA, L. G. R. A água nos sistemas de produção de caprinos e ovinos. In: VOLTOLINI, T. V. (Ed.). **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. p. 69-94. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/916896/1/03Aguanossistemasdeproducaodecaprinoeovinos.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2014.
- BARROW, N. J. Some aspects of the effects of grazing on the nutrition of pastures. **Journal of the Australian Institute of Agricultural Science**, v. 33, p. 254-262, 1967.
- BECKER, D. A.; CROCKETT, J. J. Evaluation of sampling techniques on tall-grass prairie. **Journal Ranger Management**, v.26, n.1, p.61-67, 1973.
- BORGES, T. A.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, E. M.; GOEDART, W. J. Avaliação de parâmetros físico-hídricos de Latossolo Vermelho sob pastejo e sob cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 18-25, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n1/v13n01a03.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2014.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 maio 2012a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 28 fev. 2013.
- BRASIL. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 out. 2012b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm>. Acesso em: 28 fev. 2014.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. parágrafo 4º, inciso VII, art. 225, cap. VI. 1988. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/legislacao/const/con1988/CON1988_07.06.1994/art_225_.shtm>. Acesso em 31 dez. 2014.
- BRAZ, S. P.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; CANTARUTTI, R. B.; REGAZZI, A. J.; MARTINS, C. E.; FONSECA, D. M.; BARBOSA, R. A. Aspectos quantitativos do processo de reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagens de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, 2002.
- CALHEIROS, D. F.; OLIVEIRA, M. D.; SOARES, M. T. S.; LIMA, H. P.; SANTOS, S. A. Definição de indicadores de conservação de corpos de água para avaliação da sustentabilidade de fazendas pantaneiras. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais** (Online), v. 30, p. 21-32, 2013.
- DAVIES-COLLEY, R. J.; HICKEY, C. W.; QUINN, J. M.; RYAN, P. A. Effects of clay discharges on streams. 1. Optical properties and epilithon. **Hydrobiologia**, v. 248, p. 215-234, 1992.

- FORAN, B. Change in range condition with distance from watering point and its implication for field survey. **Australian Rangeland Journal**, v. 2, p. 59-66, 1980.
- GHARIBI, H.; SOWLATB, M. H.; MAHVIA, A.H.; MAHMOUDZADEHD, H.; ARABALIBEIKE, H.; KESHAVARZF, M.; KARIMZADEHF, N.; HASSANI, G. Development of a dairy cattle drinking water quality index (DCWQI) based on fuzzy inference systems. **Ecological Indicators**, v. 20, p. 228–237, 2012.
- GODOY, J. M.; PADOVANI, R. C.; PEREIRA, J. C. A.; VIEIRA, L. M. Aplicabilidade da geocronologia da deposição de sedimento com ²¹⁰Pb como ferramenta na avaliação do assoreamento do Rio Taquari, Pantanal, MS. **Geochimica Brasiliensis**, v. 12, n. 1/2, p. 113-121, 1998.
- IEC - INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. Technical committee no. 65: industrial process measurement and control. IEC 1131 - Programmable Controllers. **Part 7 - Fuzzy Control Programming**. 1997. Disponível em: <<http://www.fuzzytech.com/binaries/ieccd1.pdf>>. Acesso em: 5 abr. 2013.
- LIMA, H. P. de; MASSRUHA, S. M. F. S.; ABREU, U. G. P. de; SANTOS, S. A. Webfuzzy e fuzzygen - ferramentas para modelagem fuzzy: aplicação na sustentabilidade das fazendas do Pantanal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 8., 2011, Bento Gonçalves. **Anais...** Florianópolis: UFSC; Pelotas: UFPel, 2011. Não paginado. SBIAgro 2011. Disponível em: <http://www.gse.ufsc.br/sbiagro/wp-content/anais/anais/apresentacaoOral/sessao_VIII/89814_1.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2014.
- LIMA, H.; ABREU, U.; SANTOS, S.; MASSRUHÁ, S. Análise de indicadores econômicos em fazendas no Pantanal utilizando inferência Fuzzy: ferramentas, construção e validação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS FUZZY, 2., 2012, Natal. **Recentes avanços em sistemas "Fuzzy"**: anais. Natal: Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional, 2012. p. 551-563. CBSF 2012. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/cbsf/2012/0042.pdf>>. Acesso em: 5 abr. 2014.
- LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. O papel do ecossistema ripário. In: LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. **As florestas plantadas e a água**. São Carlos: RiMa, 2006. p. 77-88.
- MANTOVANI, W.; MARTINS, F.R. O método de pontos. **Acta Botânica Brasileira**, v.4, n.2, p.95-122, 1990. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v4n2s1/v4n2s1a11.pdf>>. Acesso em: 12 nov.2014.
- MORAES, A. S. **Pecuária e conservação no Pantanal: análise econômica de alternativas sustentáveis – o dilema entre benefícios privados e sociais**. Tese (Doutorado): Universidade Federal de Pernambuco, 2008. 265p.
- MULLER, M. M. L.; GUIMARÃES, M. F.; DESJARDINS, T.; MARTINS, P. F. S. Degradação de pastagens na região amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 1409-1418, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v36n11/6815.pdf>>. Acesso em: 5 abr. 2014.
- MUNIZ, D. H. F.; MORAES, A. S.; FREIRE, I. S.; CRUZ, C. J. D.; LIMA, J. E. F. W.; OLIVEIRA-FILHO, E. C. Avaliação de parâmetros de qualidade de água para monitoramento de áreas naturais, urbanas e agrícolas no Cerrado brasileiro. **Acta Limnológica Brasiliensis**, v. 23, n. 3, p. 307-317, 2011.
- 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: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/COT59.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2014.
- OLIVEIRA, M. D.; CALHEIROS, D. F. **Qualidade da água em agroecossistemas do Pantanal: sub-regiões da Nhecolândia e Poconé**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2011. 20 p. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 109). Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/BP109.pdf>>. Acesso em: 5 abr. 2014.
- OLIVEIRA, M. D.; CALHEIROS, D. F. Transporte de nutrientes e sólidos suspensos na Bacia do Rio Taquari (Mato Grosso do Sul). **Acta Limnológica Brasiliensis**, v. 10, n. 2, p. 35-45, 1998. Disponível em: <[http://ablimno.org.br/acta/pdf/acta_limnologica_contents1002E_files/Artigo%203_10\(2\).pdf](http://ablimno.org.br/acta/pdf/acta_limnologica_contents1002E_files/Artigo%203_10(2).pdf)>. Acesso em: 5 abr. 2014.
- PELLEGRINI, L. G.; NABINGER, C.C.; DE FACCIIO, P.C.; NEUMANN, M. Diferentes métodos de controle de plantas indesejáveis em pastagem nativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1247-1254, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007000600005&lng=en&tlng=pt>. Acesso em: 9 mai. 2014.
- PINEDA, M. D.; SCHÄFER, A. Adequação de critérios e métodos de avaliação da qualidade de águas superficiais baseada no estudo ecológico do rio Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência e Cultura**, v. 39, p.198-206, 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, S. A.; ABREU, U. G. P. de; TOMICH, T. R.; COMASTRI FILHO, J. A.; CRISPIM, S. M. A. Pecuária no Pantanal: em busca da sustentabilidade. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. **Agricultura Tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 2, p. 535-570.

SANTOS, S. A.; COMASTRI FILHO, J. A. **Práticas de limpeza de campo para o Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2012. 8 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 92). Disponível em: <www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/COT92>. Acesso em: 9 mai. 2014.

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. Não paginado. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/93781/1/R20.pdf>>. Acesso em 30 dez. 2014.

SOARES, M. T. S.; SANTOS, S. A.; ABREU, U. G. P. de. **Estimativa Preliminar do conteúdo de nitrogênio depositado via fezes bovinas no Pantanal da Nhecolândia**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2007. 6 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 65). Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=COT65>. Acesso em: 28 fev. 2014.

SPECHT, L. **Avaliação da sustentabilidade da pecuária em uma propriedade multifuncional no Pantanal**. 2011. 82 f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/120957/294727.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 28 fev. 2014.

TAKAHASHI, F.; ABREU, U. G. P. de; SANTOS, S. A.; RAVAGLIA, A. G.; ORTEGA, E. Avaliação da pecuária extensiva do Pantanal por meio de análise emergética – análise preliminar. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., Maringá, 2009. 3 p. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/images/iclscd/documents/wk4_c7_santos.pdf>. Acesso em: 28. fev. 2014.

UNESCO. Ecological Sciences for Sustainable Development. **Latin America and the Caribbean (120 biosphere reserves in 21 countries)**. 2014. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/latin-america-and-the-caribbean/>>. Acesso em: 11 ago. 2014.

WORLD HERITAGE COMMITTEE. **World Heritage**. 2001. Convention concerning the protection of the world cultural and natural heritage. Report. 24COM. Disponível em: <<http://whc.unesco.org/archive/2000/whc-00-conf204-21e.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2014.

Anexo 1

Planilha para avaliação em campo da deposição de excretas de bovinos, da compactação do solo por pisoteio (FEZ/PIS) e da vegetação (VEG), nas bordas dos corpos d'água, com exemplo de preenchimento.

Nome da fazenda: <i>Santa Helena (fictício)</i>			Sub-região: <i>Nhecolândia</i>										
Invernada: <i>18</i> Corpo d'água: <i>Baía Paz (fictício)</i>			Resp. planilha: <i>João Silva</i>										
Coordenadas: <i>00° 00' 00"S, 00° 00' 00"W</i>			Croqui:										
AVALIAÇÕES DO INDICADOR (presença = 1; ausência = 0)													
Ponto nº		Pontos de obs. (em metros, no transecto, a partir da borda)	FEZ/PIS					VEG					
Nº transecto	Total		FEZ (Presença/ausência de excretas de bovinos)	PIS (compactação por pisoteio)			PIS (presença/ausência de ao menos 1 dos fatores: "a" - "c")	(a) solo descoberto	(b) espécies invasoras (nativas ou exóticas)	(c) espécies exóticas introduzidas	(d) entorno de ambientes lóticos não conforme legislação vigente	VEG (presença ou ausência de ao menos um dos fatores: "a" - "d")	
				(a) marcas de pisoteio pelo gado na superfície do solo	(b) formação de poças de água devido a drenagem do solo deficiente	(c) ocorrência de processos erosivos ⁽¹⁾							
1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	
2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	
3	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	
4	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	
5	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	
6	6	12	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	
7	7	14	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	
8	8	16	1	0	0	0	0	0	0	0	-	0	
9	9	18	0	0	0	1	1	0	0	0	-	0	
10	10	20	0	0	0	1	1	0	0	0	-	0	
11	11	22	0	0	0	1	1	0	0	0	-	0	
12	12	24	0	0	0	1	1	0	0	0	-	0	
13	13	26	0	1	0	0	1	0	0	0	-	0	
14	14	28	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	
15	15	30	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	
16	16	32	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	
17	17	34	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	
...	
44	194	88	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	
45	195	90	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	
46	196	92	0	0	0	0	0	1	0	0	-	1	
47	197	94	0	0	0	0	0	1	0	0	-	1	
48	198	96	0	0	0	0	0	1	0	0	-	1	
49	199	98	0	0	0	0	0	1	0	0	-	1	
50	200	100	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	
Número de observações			200	-	-	-	200	-	-	-	-	200	
Frequência da obs. "Presença"	(n)	48	-	-	-	56	-	-	-	-	-	81	
	(%)	24,0%	-	-	-	28,0%	-	-	-	-	-	40,5%	
Resultado <i>Baía Paz</i>	(%)	Indicador FEZ/PIS					26,0% ⁽²⁾	Indicador VEG					40,5% ⁽²⁾

(1) Transporte de partículas de solo e deposição nas partes mais baixas do relevo; (2) Nível de impacto: "Crítico" na cor vermelha, "Regular" na cor laranja e "Bom" na cor azul.

Anexo 2

Sugestão de planilha para avaliação dos cinco indicadores que compõem o ICA, com exemplo de preenchimento.

Nome da fazenda: *Santa Helena (fictício)*

Sub-região: *Nhecolândia*

Coordenadas: *00° 00' 00"S, 00° 00' 00"W*

Resp. planilha: *João Silva*

Invernada	Corpo d'água (CA)	n	Indicadores ⁽¹⁾				IARA	Coordenada	Obs. (tipo de pastagem, taxa de lotação, fotos, etc.)
			FEZ/PIS (Σ)	FLUX	ASSO	VEG (Σ)			
			----- 0 a 100% -----				3, 2 ou 1		
Inv. 18	Baia Paz	1	26,0	15	0	40,5	3	00o-00' 00"S, 00o-00' 00"W	Cálculo de FEZ/PIS e VEG no Anexo 1
	CA 2	2	20	20	5	20		...	
	CA 3	3	5	0	0	10		...	
	...	4	...	...	...	...		...
	...	5	...	...	...	...		...
	CA 6	6	...	...	...	...		...
Média Inv. 18 (n = 6 corpos d'água)			$(CA1+CA2+...CA6)/n$	$(CA1+CA2+...CA6)/n$	$(CA1+CA2+...CA6)/n$	$(CA1+CA2+...CA6)/n$	3		
Inv. X	CA 7	7	30	20	15	0	2	...	
	CA 8	8	15	10	20	0		...	
	...	9	...	...	...	...		...
	...	10	...	...	...	...		...
	CA 11	11	...	...	...	...		...
Média Inv. X (n = 5 corpos d'água)			$(CA7+CA8+...CA11)/n$	$(CA7+CA8+...CA11)/n$	$(CA7+CA8+...CA11)/n$	$(CA7+CA8+...CA11)/n$	2		
Inv. Y	CA 12	12	10	05	15	0	2	...	
	CA 13	13	05	10	10	0		...	
	CA 14	14	...	...	...	...		...
Média Inv. Y (n = 3 corpos d'água)			$(CA12+CA13+...CA14)/n$	$(CA12+CA13+...CA14)/n$	$(CA12+CA13+...CA14)/n$	$(CA12+CA13+...CA14)/n$	2		
Inv. Z	CA 15	15	30	50	15	0	2	...	
	CA 16	16	15	60	10	0		...	
	...	17	...	...	...	...		...
	CA 18	18	...	...	...	...		...
Média Inv. Z (n = 4 corpos d'água)			$(CA15+CA16+...CA18)/n$	$(CA15+CA16+...CA18)/n$	$(CA15+CA16+...CA18)/n$	$(CA15+CA16+...CA18)/n$	2		
Média Fazenda <i>Santa Helena</i> (n = 18 corpos d'água avaliados)			$(CA1+CA2+...CA18)/n$	$(CA1+CA2+...CA18)/n$	$(CA1+CA2+...CA18)/n$	$(CA1+CA2+...CA18)/n$	$(Inv18+InvX+...Inv n)/n$		

⁽¹⁾Legenda: Inv.: nome da invernada; CA: nome do corpo d'água; n: número do corpo d'água avaliado; FEZ/PIS - deposição de excretas de bovinos e de compactação por pisoteio; VEG - alteração da vegetação na borda dos corpos d'água; FLUX - alteração no fluxo natural de água; ASSO - assoreamento dos corpos d'água; IARA - índice de adequação do requerimento de água animal (referente a avaliação de toda a invernada).

Níveis de FEZ/PIS, FLUX e ASSO: C= Crítico (>60%); R= Regular (35-60%); B= Bom (0-35%). Níveis de VEG: C= Crítico (50-100%); R= Regular (30-50%); B= Bom (0-30%). Níveis de IARA: **3**= adequado; **2**= moderado; **1**= não adequado.

Embrapa

Pantanal

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

G O V E R N O F E D E R A L
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA