

## Excedente Ecológico e Renovabilidade dos Sistemas de Produção em Áreas Úmidas



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

## **Documentos 114**

### **Excedente Ecológico e Renovabilidade dos Sistemas de Produção em Áreas Úmidas**

Ivan Bergier  
Suzana Maria de Salis

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](http://www.cpap.embrapa.br)  
E-mail: [sac@cpap.embrapa.br](mailto:sac@cpap.embrapa.br)

**Comitê Local de Publicações:**

Presidente: *Suzana Maria de Salis*  
Membros: *Ana Maria Dantas Maio*  
*André Steffens Moraes*  
*Vanderlei Doniseti Acssio 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: *Ivan Bergier*  
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

Bergier, Ivan.

Excedente ecossistêmico e renovabilidade dos sistemas de produção em áreas úmidas. [recurso eletrônico]/  
Ivan Bergier e Suzana Maria Salis. - Dados eletrônicos - . Corumbá: Embrapa Pantanal, 2011.  
11 p. (Documentos / Embrapa Pantanal, ISSN 1981-7223; 114).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: < <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC114.pdf>>

Título da página da Web (acesso em 16 dez. 2011).

1. Bioenergia 2. Ecossistema. 3. Meio ambiente. I. Salis, Suzana Maria de. II Título. III. Série. IV. Embrapa  
Pantanal.

CDD 333.7 (21. ed.)

© Embrapa 2011

# **Autores**

## **Ivan Bergier**

Biólogo, Dr., Pesquisador da Embrapa Pantanal  
Rua 21 de Setembro, 1880, C.P. 109  
79320-900, Corumbá, MS  
ivan@cpap.embrapa.br

## **Suzana Maria Salis**

Bióloga, Dra., Pesquisadora da Embrapa Pantanal  
Rua 21 de Setembro, 1880, C.P. 109  
79320-900, Corumbá, MS  
smsalis@cpap.embrapa.br

# Apresentação

Esse documento aborda o conceito de renovabilidade, ou seja, a quantidade de materiais e energia que o sistema produtivo utiliza, pois nos dias de hoje se busca que os sistemas produtivos sejam mais renováveis atendendo populações humanas de forma saudável e sustentável, diminuindo a dependência dos insumos derivados de petróleo.

Também relaciona as atividades produtivas (pecuária e pesca) realizadas no Pantanal com um novo conceito de recurso renovável – o excedente ecossistêmico - , onde *“um recurso renovável pode ser removido do sistema natural e utilizado em um sistema produtivo humano sem prejuízo à dinâmica do ecossistema do qual faz parte, visando à manutenção da biodiversidade e dos serviços ambientais”*.

Assim, esse trabalho pretende divulgar, a vários tipos de públicos, novos conceitos e formas de se pensar os sistemas produtivos do Pantanal que poderão estimular novas abordagens na pesquisa, no desenvolvimento e na inovação de ações que são fundamentais para se aumentar a eficiência no uso da produção dos ecossistemas naturais, onde as pessoas estão inseridas.

*Emiko Kawakami Resende*

Chefe Geral da Embrapa Pantanal

# Sumário

## **Excedente ecossistêmico e renovabilidade dos sistemas de produção em áreas úmidas**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Introdução.....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>Excedente ecossistêmico e renovabilidade em sistemas de produção no Pantanal .....</b> | <b>8</b>  |
| <b>Referências .....</b>  | <b>10</b> |

# Excedente Ecosistêmico e Renovabilidade dos Sistemas de Produção em Áreas Úmidas

Ivan Bergier  
Suzana Maria de Salis

## Introdução

A natureza, tal qual a conhecemos, consiste de sistemas abertos trocando materiais e energia com o ambiente. O conceito de sistemas aplicado à natureza foi proposto na década de 1930 e abordado na década de 1950 por Ludwig von Bertalanffy em seu livro “*Teoria Geral dos Sistemas*”. Na mesma década, Eugene Pleasants Odum escreve “*Fundamentals of Ecology*”, com enfoque ainda mais abrangente, e introduz os fundamentos da Dinâmica de Ecossistemas. Os processos de transferência de energia e de materiais nos diversos ecossistemas ocorrem da mesma forma. É cíclico o fluxo de materiais - elementos químicos disponíveis na natureza como carbono, nitrogênio, hidrogênio e oxigênio; enquanto o fluxo de energia, por sua vez, é unidirecional. A matéria em nosso planeta vivo é continuamente reciclada, dando origem a complexos ciclos biogeoquímicos (conferir a hipótese Gaia de James Ephraim Lovelock citada em Gorham (1991). Por outro lado, os ciclos biogeoquímicos utilizam a energia do Sol, a qual é transformada em energia de baixa qualidade ou entropia, dissipada, em última instância, na forma de calor. Os ecossistemas, de acordo com conceito de “Mínima Entropia” do Nobel de Química Ilya Prigogine, podem ser vistos como *estruturas dissipativas*, isto é, sistemas abertos capazes de manter um estado elevado de organização estrutural e funcional através da expulsão de entropia ou da manutenção de níveis mínimos de entropia (NICOLIS; PRIGOGINE, 1977). Seres vivos como estruturas dissipativas reciclam matéria a partir do consumo de energia derivada do Sol e expulsam entropia.

A reciclagem biológica de matéria induzida pelo Sol e pelos ecossistemas é parte essencial do que se pode chamar de sistema de regulação térmica planetário. Sem gases biogênicos (i.e., de origem biológica) na atmosfera, o planeta seria, em média, 30 °C mais frio<sup>1</sup>. Esses gases, particularmente o dióxido de carbono, o metano e o óxido nitroso, chamados ainda de gases de efeito estufa ou gases traço (em proporção ao nitrogênio e oxigênio), são capazes de reter boa parte da entropia (calor) refletida e emitida pela superfície do planeta. Na ausência de gases biogênicos na atmosfera, a entropia seria dissipada para o espaço e o planeta seria tão gélido como a maioria dos planetas do nosso sistema solar. Apesar de serem gases traço (menor proporção), sua quantidade na atmosfera é tão importante que variações da ordem de partes por milhão (ppm) tem um papel chave na dinâmica do clima planetário. Quanto mais gases biogênicos presentes na atmosfera, mais quente será o planeta naquele momento em escalas geológicas (PETIT et al., 1999).

O petróleo extraído das profundezas do planeta desde a Revolução Industrial formou-se ao longo de aproximadamente 500 milhões de anos do acúmulo de seres mortos. O uso intensivo desse petróleo como fonte de energia, fertilizantes, pesticidas e muitos outros materiais, em particular nos últimos 40 anos, vem introduzindo uma quantidade sem precedentes de dióxido de carbono na atmosfera, tornando o planeta pouco a pouco mais quente. Como o clima planetário é muito complexo, mudanças na temperatura média global de poucos graus Celsius podem levar a mudanças bruscas nos padrões de circulação e interação entre os oceanos e a atmosfera. Assim, é imperativo reduzir a emissão de dióxido de carbono e outros gases biogênicos através da adoção de tecnologias alternativas de energia, fertilizantes e materiais. Há dez mil anos a agricultura conferiu “maior autonomia” do homem em relação à natureza (antropocentrismo) e essa “autonomia” aumentou desde a descoberta e uso intensivo do petróleo. Hoje a humanidade se vê diante da necessidade de uma mudança de paradigma, regida pelo fortalecimento do censo comum dos efeitos eventualmente nefastos da mudança do clima. Tem ganhado destaque a noção de que a humanidade deve “desmamar” do petróleo e transcender para outra fase mais madura de sua evolução filogenética, sustentada em energias, fertilizantes e materiais recicláveis, considerando também a redução dos níveis populacionais, tendo em vista a capacidade de suporte do planeta. Os sistemas produtivos devem ser amplamente renováveis atendendo populações humanas de forma saudável e sustentável, tendo como modelo os ecossistemas naturais, até então consideravelmente transformados pelo uso de energia de origem fóssil (WALTNER-TOEWS et al., 2008). Consequentemente, Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação são fundamentais, visando, portanto, aumentar a eficiência no uso da produção dos ecossistemas naturais, onde seres humanos estão inseridos, sem depender em grande escala de insumos derivados de petróleo. Estas pesquisas são as bases da mitigação das emissões de gases de efeito estufa e da adaptação à mudança do clima, a qual toda a humanidade deverá desenvolver neste século.

---

<sup>1</sup> Ver hipótese Gaia que pode ser consultada em: KLEIDON, A. Beyond Gaia: thermodynamics of life and earth system functioning. *Climatic Change*, v.66, n.3, p.271-319, 2004.

## Excedente ecossistêmico e renovabilidade em sistemas de produção no Pantanal

A Embrapa Pantanal vem ao longo de sua existência ampliando os alicerces para o desenvolvimento e crescimento sustentável na região do Pantanal, um dos mais importantes ecossistemas de áreas úmidas em todo o mundo, com base em conceitos de renovabilidade de sistemas produtivos. Recentemente, a parceria com o Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada da Unicamp (Prof. Dr. Henrique Ortega) tem ampliado os horizontes da pesquisa através de um olhar sistêmico ou análise emergética (WALTNER-TOEWS et al., 2008). Nesta análise, um dos conceitos fundamentais é a **renovabilidade**, ou, em outras palavras, a quantidade de materiais e energia “natural ou cíclica” que o sistema produtivo emprega. Nesse caso, um sistema produtivo baseado no uso de petróleo (não renovável) possui baixa renovabilidade. Além disso, há que se considerar um novo conceito, que aqui propomos convenciona-lo de **excedente ecossistêmico**. Este conceito estabelece que *haja um limiar no qual um recurso renovável pode ser removido do sistema natural e utilizado em um sistema produtivo humano sem prejuízo à dinâmica do ecossistema do qual faz parte, visando à manutenção da biodiversidade e dos serviços ambientais*. Este conceito vai ao encontro da Ecohidrologia (ZALEWSKI, 2002), a qual vem sendo estabelecida como visão abrangente e ferramenta de gestão de recursos naturais em áreas úmidas. Vai ao encontro também da dinâmica de sistemas complexos que reinsere o ser humano (antropofauna) no contexto biogeoquímico (WALTNER-TOEWS et al., 2008).

A pecuária extensiva tradicional realizada no Pantanal é um sistema produtivo com alta renovabilidade, pois utiliza poucos insumos derivados do petróleo e usa muitos materiais e energia do ecossistema, em particular a energia do pulso de inundação, conceito introduzido por Wolfgang Johannes Junk (RESENDE, 2008). Em suma, a enchente do pulso de inundação (ou somente das chuvas em regiões mais distantes da planície aluvial) confere água e nutrientes às pastagens. Na ausência de gado e do ser humano, quando as águas baixam (vazante), para onde iriam todos os materiais produzidos pela fotossíntese (pastagens naturais) das áreas recém-fertilizadas? A priori, poderiam ser consumidos por herbívoros, queimados em incêndios induzidos por relâmpagos, e retornariam à atmosfera na forma de gases biogênicos e pirogênicos. Ou, ainda, poderiam ser metabolizados por bactérias aquáticas na enchente seguinte, incorporados à cadeia trófica e novamente emitidos para atmosfera na forma de gases biogênicos. A presença do gado e do homem interfere na reciclagem desses materiais, como a remoção de parte dos nutrientes do ecossistema quando transferem o gado para outros lugares do país e do mundo (exportação de materiais) e por meio da adição de insumos como sal mineral. De todo o modo, não há evidências de que o sistema de produção pecuária pantaneiro interfira negativamente na dinâmica dos ecossistemas do Pantanal, tendo em vista que o sistema tradicional de manejo do gado, conforme descrito por Santos et al. (2007) é intimamente sincronizado e dependente do pulso e do ciclo das águas. Há problemas eventuais quando áreas silvestres (cordilheiras com florestas e pastagens nativas) são substituídas por pastagens cultivadas e também há emissões de gases biogênicos pelos bovinos. Portanto, a priori, a pecuária tradicional pantaneira, além de renovável, satisfaz em boa parte o conceito de excedente ecossistêmico da planície inundável, isto é, utiliza parte da produção fotossintética das pastagens nativas para a produção de carne, mantendo a biodiversidade e os serviços ambientais do ecossistema da planície inundável.

Essa linha de raciocínio pode ser traçada também para a pesca amadora e profissional no Pantanal. Pescadores devem respeitar tanto a manutenção de estoques pesqueiros quanto ao conceito de excedente ecossistêmico, conforme monitoramento realizado desde 1994 pelo SCPesca/MS com publicações periódicas editadas pela Embrapa Pantanal (CATELLA et al., 2001; ALBUQUERQUE et al., 2003; ALBUQUERQUE; CATELLA, 2009). O mesmo é válido para a produção de bioenergia em áreas úmidas a partir de plantas aquáticas flutuantes (BERGIER et al., 2008). A substituição de petróleo por bioenergia em ecossistemas e agroecossistemas é uma das principais estratégias de mitigação e adaptação à mudança do clima e de “reintegração” do homem à natureza. Agroecossistemas intensivos (monoculturas) com base no uso excessivo de petróleo (energia, pesticidas e fertilizantes) pode diminuir a renovabilidade da produção de bioenergia. Por outro lado, conforme exemplificado para a produção tradicional de carne no Pantanal, a produção de bioenergia em áreas úmidas confere elevada renovabilidade, e, como demonstrado a seguir, deve também satisfazer o conceito de excedente ecossistêmico.

O uso de plantas aquáticas flutuantes transportadas em enormes quantidades pelo Rio Paraguai é análogo ao uso de pastagem pela pecuária tradicional pantaneira, sendo a principal diferença entre os sistemas produtivos a época de uso de produtos da fotossíntese em relação ao pulso de inundação. A produção de carne concentra-se na vazante e a produção de bioenergia na enchente do pulso de inundação. Quando o Pantanal começa a encher no início do ano, o rio Paraguai estabelece melhores vias de comunicação de água com a planície inundada e as baías (lagoas marginais). As plantas aquáticas flutuantes, em elevada produção na planície inundável e nas baías devido ao caráter eutrófico e heterotrófico das águas pantaneiras, podem eventualmente ser levadas ao canal do rio Paraguai (Figura 1), especialmente pela variação na intensidade e direção dos ventos. Uma parcela da biomassa vegetal produzida no Pantanal é então exportada pelo Rio Paraguai durante a enchente, na forma de ilhas de vegetação herbácea (as vezes com presença de arbustos), localmente conhecidos por camalotes e baceiros (na Amazônia são conhecidos por matupás). Qual seria o destino desses materiais caso o homem não o utilizasse para a produção de bioenergia? A Embrapa Pantanal em parceria com outros colaboradores avançou nos estudos para subsidiar o esclarecimento dessas questões a partir do projeto conduzido no âmbito do Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento - CNPq (Projeto “Produção de biocombustíveis a partir de ilhas flutuantes de biomassa em planícies de inundação do

Brasil: estudo de caso no Pantanal”, Edital CNPq/CT-Energ52-2008 processo no. 52 578084/2008-2). Algumas ponderações podem ser tecidas com base nas informações obtidas e conceitos gerais da dinâmica de populações, dinâmica de ecossistemas e dinâmica de fluidos.

Foto: Suzana M. Salis



**Figura 1.** Ilhas flutuantes de biomassa de diversas dimensões exportadas pelo Rio Paraguai nas imediações do Porto de Corumbá.

Do ponto de vista físico, os rios correm em direção ao mar por gravidade, portanto um destino certo de parte dos materiais fixados pela fotossíntese na planície pantaneira é o Oceano Atlântico Sul. Contudo, o fluxo de água nos rios depende de uma série de condicionantes, em especial o perfil batimétrico de profundidade e a seção transversal (área) de uma margem a outra do rio, a quantidade de curvas ou meandros e a quantidade e velocidade de escoamento de água no canal. Em um mesmo trecho do rio pode haver fluxos laminares e turbulentos no interior do canal e vórtices ou redemoinhos especialmente nas margens. Filmagens semanais realizadas em 2008 mostram que as ilhas flutuantes de plantas aquáticas no Rio Paraguai em Corumbá tendem, em sua maioria, a seguir o fluxo de maior velocidade da água no interior do canal (ver filmagem disponível em BERGIER, 2012). Eventualmente, certas ilhas de plantas aquáticas ficam aprisionadas nos vórtices por algum período de tempo, e podem se juntar a outras plantas aquáticas relativamente fixas na margem do rio, ou, ainda, retornar ao fluxo central de alta velocidade rumo ao Oceano Atlântico Sul. A princípio verifica-se a ocorrência dessas ilhas ao longo de todo o Rio Paraguai, pelo menos até a confluência com o rio Paraná em Corrientes na Argentina.

Do ponto de vista da dinâmica de populações, em especial das ilhas de plantas mais abundantes, os camalotes, constituídos especialmente por *Eichhornia* spp. (CASTRO et al., 2010), crescem e reproduzem-se muito rapidamente. Sua taxa de duplicação em condições favoráveis, como é o caso da planície inundável tropical do Pantanal, é de aproximadamente duas semanas (Gopal, 1987). Outros organismos (plantas e animais) podem estar associados a essas ilhas de plantas (Figura 2). Portanto, as ilhas flutuantes podem desempenhar um papel relevante na dispersão e na manutenção da diversidade genética das comunidades dos rios. Essas plantas também fazem parte de uma cadeia alimentar heterotrófica, baseada em bactérias decompositoras e ambientes aquáticos com baixos níveis de oxigênio dissolvido em períodos de enchente, conforme observado na região por Calheiros (2003), bem como podem estar ligadas à mortalidade de peixes.

Com relação à dinâmica de ecossistemas, a ciclagem de materiais por processos oxidativos ou respiratórios (formação de dióxido de carbono) e fermentativos (formação de metano e dióxido de carbono) de camalotes exportados pelo Rio Paraguai deve ocorrer ao longo do percurso à medida que as plantas senescem. Nesse processo, parte dos materiais é definitivamente levado aos oceanos, parte retorna à atmosfera na forma de gases biogênicos, outra parte é retida e outra é continuamente ciclada na cadeia alimentar das comunidades aquáticas do rio, desde bactérias aos grandes vertebrados. Uma análise global conservativa para os corpos d'água em todo o mundo sugere que cerca de  $1,9 \times 10^9$  toneladas de carbono por ano entram nos corpos d'água, dos quais 11% são retidos em sedimentos, 42% são emitidos para a atmosfera na forma de gases biogênicos e 47% são direcionados aos oceanos (COLE et al., 2007). No rio Paraguai, a exportação de ilhas flutuantes de biomassa pode representar cerca de 60% de todo carbono exportado (RAMIRES, 1993) e eventualmente emitido na forma de gases biogênicos de efeito estufa em anos de cheia.



**Figura 2.** Detalhe mostrando diferentes espécies que compõem a biomassa das ilhas flutuantes exportadas pelo Rio Paraguai.

Com base nessas considerações, a termoconversão em biorefinarias das plantas aquáticas flutuantes naturalmente produzidas na planície e exportadas pelo Rio Paraguai para a produção de energia e materiais é de alta renovabilidade. Para atender ao conceito de excedente ecossistêmico tal produção deve levar em conta o desenvolvimento e aplicação de tecnologias e técnicas de manejo que mantenham a biodiversidade e os serviços ambientais do ecossistema da planície inundável. A dissertação de Luz Selene Buller (Unicamp) que trará uma análise profunda e detalhada do uso dos camalotes exportados e o projeto aprovado no âmbito do GEO<sup>2</sup> (“Group on Earth Observations”), intitulado “Decision making tools for sustaining biomass-to-bioenergy economies in tropical wetlands”, servirão para compor instrumentos de gestão para o uso sustentável desse recurso pantaneiro, que pode trazer no futuro próximo estratégias singulares de mitigação e adaptação à mudança do clima, bem como criar novas oportunidades e benefícios para a sociedade urbana residente em Corumbá e Ladário.

<sup>2</sup> GEO. GROUP ON EARTH OBSERVATIONS. Disponível em: <<http://www.earthobservations.org/index.shtml>>. Acesso em: 22 nov. 2011.

## Referências

- ALBUQUERQUE, F. F. de; CATELLA, A. C. **Sistema de Controle de Pesca de Mato Grosso do Sul**: SCPESCA/MS 12-2005. Corumbá: Embrapa Pantanal; Campo Grande: SEMAC: IMASUL, 2009. 57 p. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 94). Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/BP94.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2011.
- ALBUQUERQUE, S. P.; CATELLA, A. C.; COPATTI, A. **Sistema de Controle da Pesca de Mato Grosso do Sul**: SCPESCA/MS - 8 – 2001. Corumbá: Embrapa Pantanal; Campo Grande: SEMA-IMAP, 2003. 54 p. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 46). Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/BP46.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2011.
- BERGIER, I. **Aquatic plants flowing through the River Paraguay, Pantanal**. 2008. Vídeo (27s), son., color. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=wQxu884Q-Ao&feature=related>>. Acesso em 30 nov. 2011.
- BERGIER, I.; ISHII, I. H.; SALIS, S. M.; PELLEGRIN, L. A.; RESENDE, E. K.; TOMAS, W. M.; SOARES, M. T. S. 2008. **Cenários de desenvolvimento sustentável no Pantanal em função de tendências hidroclimáticas**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2008. 21p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 98). Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC98.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2011.
- CALHEIROS, D. F. **Influência do pulso de inundação na composição isotópica (<sup>13</sup>C e <sup>15</sup>N) das fontes primárias de energia na planície de inundação do rio Paraguai (Pantanal - MS)**. 2003. 184f. Tese (Doutorado em Ciências) – ESALQ, Piracicaba. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/teses/online/TSE05.pdf>>. Acesso em: 2 set. 2011.
- CASTRO, W. J. P.; VIANNA, E. F.; SALIS, S. M. de; GALVANI, F.; LIMA, I. B. T. de Composição florística e fauna associada das ilhas flutuantes livres, Rio Paraguai, Corumbá, MS. SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, 5., 2010, Corumbá, MS. **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal: UFMS; Campinas: ICS do Brasil, 2010. 1 CD-ROM.

- CATELLA, A. C.; ALBUQUERQUE, F. F. de; CAMPOS, F. L. de R. **Sistema de Controle da Pesca de Mato Grosso do Sul**: SCPESCA/MS - 5 - 1998. Corumbá: EMBRAPA PANTANAL/SEMACT-FEMAP, 2001. 72 p. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 22). Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/BP22.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2011.
- COLE, J. J.; PRAIRIE, Y. T.; CARACO, N. F.; MCDOWELL, W. H.; TRANVIK, L. J.; STRIEGL, R. G.; DUARTE, C. M.; KORTELAINEEN, P.; DOWNING, J. A.; MIDDELBURG, J. J.; MELACK, J. Plumbing the global carbon cycle: Integrating inland waters into the terrestrial carbon budget. **Ecosystems**, v.10, p.171-184, 2007.
- GOPAL, B. **Water hyacinth**. Amsterdam: Elsevier, 1987. 471p.
- GORHAM, E. Biogeochemistry: its origins and development. **Biogeochemistry**, v.13, p.199-239, 1991.
- NICOLIS, G; PRIGOGINE, I. **Self-organization in nonequilibrium systems: from dissipative structures to order through fluctuations**. New York: Wiley, 1977. 491p.
- PETIT, J. R.; JOUZEL, J.; RAYNAUD, D.; BARKOV, N. I.; BARNOLA, J. M.; BASILE, I.; BENDER, M.; CHAPPELLAZ, J.; DAVIS, M.; DELAYQUE, G.; DELMOTTE, M.; KOTLYAKOV, V.M.; LEGRAND, M.; LIPENKOV, V.Y.; LORIUS, C.; PÉPIN, L.; RITZ, C.; SALTZMAN, E.; STIEVENARD, M. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. **Nature**, v.399, p.429-436, 1999.
- RAMIRES, J. R. S. **Transporte de bancos de macrófitas flutuantes em função do nível hidrométrico no rio Paraguai, Pantanal-MS**. 1993. 31f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Corumbá, 1993.
- RESENDE, E. K. **Pulso de inundação**: processo ecológico essencial à vida no Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2008. 16 p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 94). Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC94.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2011.
- SANTOS, S. A.; CARDOSO, E. L.; SILVA, R. A. M. S.; PELLEGRIN, A. O. **Princípios básicos para a produção sustentável de bovinos de corte no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 25p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 37). Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC37.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2011.
- WALTNER-TOEWS, D.; KAY, J. J.; LISTER, N. M. E. **The ecosystem approach**: complexity, uncertainty and managing for sustainability. New York: Columbia University Press, 2008. 408p.
- ZALEWSKI, M. Ecohydrology – the use of ecological and hydrological processes for sustainable management of water resources. **Hydrological Sciences**, v.47, p.823–832, 2002.

**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