

A influência da composição dos elementos da paisagem na qualidade de água e nos serviços ecossistêmicos. Estudo de caso: bacia do rio Formoso, MS.

Guilherme T. N. P. de Lima¹
Lídia Sanches Bertolo¹
Rozely Ferreira dos Santos¹
João dos Santos Vila da Silva²

¹ Laboratório de Planejamento Ambiental (LAPLA – DRH – FEC/UNICAMP)
Av. Albert Einstein, 951 - Caixa Postal: 6021
13083-852 - Campinas -SP, Brasil.
gtnplima@gmail.com; bertolo.lidia@gmail.com; roze@fec.unicamp.br

² Embrapa Informática Agropecuária - CNPTIA
Av. André Toselo, 209 - Caixa Postal 6041
13083-886 - Campinas - SP, Brasil
jvilla@cnptia.embrapa.br

Resumo. Nas últimas décadas, a região de Bonito (MS/Brasil), inserida na bacia hidrográfica do rio Formoso, vem acumulando sérios impactos aos recursos hídricos, resultantes das atividades agrícolas, pecuária e turismo que, realizadas sem o devido planejamento, levam a fragmentação da paisagem e à perda de serviços ecossistêmicos, importantes para a manutenção da qualidade ambiental e da vida humana. Objetivando estudar a cadeia de relações entre usos, impactos, recursos hídricos e serviços ecossistêmicos, o presente trabalho determinou a influência da composição dos elementos da paisagem e da qualidade da água na variação da oferta de três serviços ecossistêmicos: qualidade de água, controle de erosão e recreação e turismo. Para tanto, foram realizadas análises estatísticas de correlação de Pearson, ACP e equações SE. Os resultados mostraram que na sub-bacia do córrego Bonito os serviços apresentaram uma degradação de cerca de 80% em relação à bacia hidrográfica do rio Formoso, especialmente para o serviço de qualidade de água no córrego Saladeiro.

Palavras-chave: serviços ecossistêmicos, análise da paisagem, bacia rio Formoso.

Abstract. In recent decades, the region of Bonito (MS / Brazil), located in Formoso river basin, has accumulated serious impacts to water resources resulting from farming, ranching and tourism. Those activities had been carried out without proper planning, leading to fragmentation of landscape and loss of important ecosystem services for the maintenance of environmental quality and human life. Aiming to study the relationships between uses, impacts, water resources and ecosystem services, this study determined the influence of landscape elements composition and water quality variation in the supply of three ecosystem services: water quality, erosion control and recreation and tourism. Thereby, statistical analyzes were performed: Pearson correlation, PCA and SE equations. The results showed that the Bonito stream sub-basin services revealed a degradation of about 80% over the Formoso river basin, mainly for water quality service in Saladero stream.

Key-words: ecosystem services, landscape analysis, Formoso river watershed.

1. Introdução

Reconhecida mundialmente pela sua beleza, a região de Bonito (MS-Brasil), localizada na bacia hidrográfica do rio Formoso, tem sofrido nas últimas décadas com o turismo crescente e desordenado, a acelerada urbanização sem planejamento e a constante supressão da vegetação nativa para a implantação de pastagens (Brasil, 2002). Estes impactos se estendem pelo Pantanal e são responsáveis pela degradação de *habitats* naturais, perda de biodiversidade causada pela fragmentação dos sistemas naturais, alteração na qualidade das águas, assoreamento dos rios, entre outros. Pode-se supor que esses impactos estejam causando perdas de serviços ecossistêmicos (Costanza et al., 1997; A.M., 2005), ou seja, que os bens e serviços advindos da Natureza e que representam benefícios para a população humana local estão sendo dizimados, seja no ar, na água ou no solo.

Diversos estudos evidenciam que existe uma forte relação entre a diminuição e fragmentação da vegetação natural e a perda da qualidade dos sistemas aquáticos adjacentes (Liu et al., 2003; Lee et al., 2009; Hackbart, 2012). Por esses estudos, as relações entre a estrutura dos elementos da paisagem e o oferecimento dos serviços ecossistêmicos podem ser evidenciadas por serviços como de regulação hídrica, suprimento de água, controle de erosão ou recreação e ecoturismo (Brauman et al., 2007). A questão central é avaliar o quanto de serviço foi perdido ou qual é o seu limiar de perda. Nesse contexto, o presente estudo pretendeu investigar e comparar as relações entre composição de elementos da paisagem, a qualidade de água e alguns serviços hídricos da bacia hidrográfica do rio Formoso segmentada em dez microbacias.

2. Objetivos

Este estudo teve o objetivo de determinar a influência da composição dos elementos da paisagem e da qualidade da água na variação da oferta de serviços ecossistêmicos relacionados aos recursos hídricos.

3. Material e Métodos

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do rio Formoso, que possui uma área de aproximadamente 135.872 hectares e localiza-se quase que em sua totalidade no município de Bonito, em Mato Grosso do Sul (**Figura 1**). Esta bacia, por sua vez, está inserida na sub-Bacia do Rio Miranda, uma das seis que formam a Bacia do Alto Paraguai

(BAP) (Brasil, 2002). O rio Formoso faz parte do Complexo da Serra da Bodoquena e sua bacia apresenta uma grande importância sob o ponto de vista da conservação, a uma vez que tem o papel de ligação entre diversas áreas legalmente protegidas como o Parque Nacional da Serra da Bodoquena, o Monumento Nacional do Rio Formoso e a Gruta da Lagoa Azul (Xavier, 2011).

As categorias contidas no mapeamento da **Figura 1** foram reagrupadas conforme sua tabela anexa, com o objetivo de sintetizar as classes de mapeamento para concentrar as principais tipologia e possibilitar a análise conjunta com a qualidade de água e cálculo dos serviços ecossistêmicos.

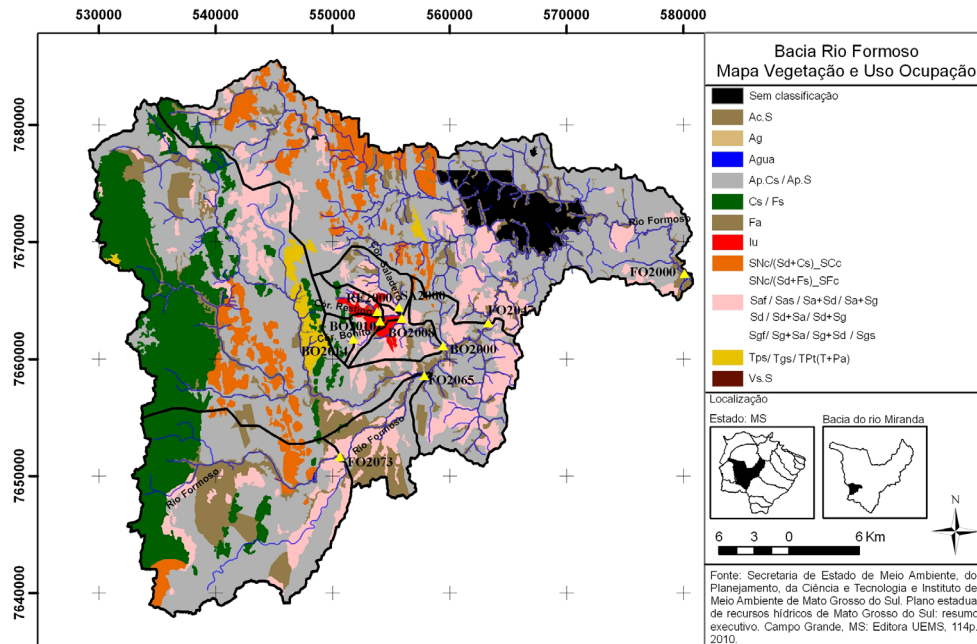
Sob o mapa de uso, a partir do layer da rede hidrográfica e de imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), foram delimitadas em SIG ArcGis 10 as sub-bacias do rio Formoso de acordo com a localização dos pontos de coleta de água (**Figura 1**).

Os dados hidroquímicos foram obtidos do relatório de monitoramento de qualidade de águas superficiais do Estado do Mato Grosso do Sul, para o ano de 2007. De acordo com esse relatório, a rede de monitoramento das águas foi criada em 1992, com o objetivo de avaliar - por meio de séries históricas - a evolução da qualidade das águas, visando a subsidiar tomadas de decisão relativas ao licenciamento ambiental, ao controle do lançamento de efluentes, ao enquadramento dos corpos d'água e à manutenção da vida aquática. Seu objetivo, portanto, está bem enquadrado na possibilidade de determinar serviços ecossistêmicos.

Foram analisados vinte parâmetros de qualidade de água: temperatura (°C), pH, oxigênio dissolvido (mg/L), DBO_{5,20} (mg/L), Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL), nitrogênio total (mg/L), fósforo total (mg/L), Sólidos totais (mg/L), turbidez (NTU), IQA (o mesmo utilizado pela CETESB), condutividade (uS/cm), DQO (mg/L), ortofosfato (mg/L), N-amoniaco (mg/L), N-nitrato (mg/L), N-nitrito (mg/L), nitrogênio total Kjeldahl (mg/L), sólidos fixos (mg/L), sólidos voláteis (mg/L) e sólidos dissolvidos totais (mg/L). Estes parâmetros foram avaliados de forma a representar os períodos úmido (outubro e dezembro) e seco (junho, agosto), característicos do Pantanal. A **Tabela 1** caracteriza os dez pontos de coleta na área de estudo.

Os parâmetros foram analisados em termos de seus valores médios e sua relação com as classes de mapeamento foi obtida pelas análises de Correlação de Pearson ($p > 0,05$) e Componentes Principais (ACP), utilizando os programas estatísticos Action® e Past®. Os resultados dessas análises estatísticas devem ser utilizados para a seleção de parâmetros que melhor representam os elementos da paisagem e, posteriormente, para o cálculo dos serviços ecossistêmicos.

Os serviços ecossistêmicos foram calculados e analisados segundo os procedimentos descritos em Lima (2011) e Hackbart (2012). Estes autores propõem uma forma de cálculo dos serviços ecossistêmicos baseada na comparação entre ambientes de uma mesma localidade, de forma a possibilitar uma análise relativa da degradação dos serviços dentro de uma mesma paisagem. Essa forma de cálculo reflete o valor mais intrinsecamente relacionado aos processos ecológicos e de sustentabilidade, em detrimento ao valor monetário que se costuma atribuir aos biomas e ecossistemas (Lima, 2011). Os serviços analisados, seu recorte conceitual e os parâmetros de qualidade de água selecionados para representar os respectivos serviços estão apresentados na **Tabela 2**, baseando-se na descrição de Hackbart (2012).



Fisionomias	Código	Associações para o cálculo de serviços ecossistêmicos
ÁREAS DE VEGETAÇÃO NATURAL		
I - Vegetação Ciliar	V	Floresta Estacional Decidual +Vegetação Ciliar (Flor_d)
Aluvial (Arbórea, arbustiva, herbácea) - ao longo dos flúvios	Fa	
III - Floresta Estacional Decidual	C	
Submontana (Mata, Mata Seca, Mata Calcária)	Cs	Savana+ Savana Estépica+ Encrave- Savana/Floresta (Sav)
IV - Savana (Cerrado)	S	
Florestada (Cerradão)	Sd	
Arborizada (Campo Cerrado, Cerrado, Cerrado Aberto)		
sem floresta-de-galeria	Sas	
com floresta-de-galeria	Saf	
Savana Parque		
Gramíneo-Lenhosa (Campo, Campo Limpo, Campo Sujo, Caronal, Campina e Campo Alagado)		
com floresta-de-galeria	Sgf	
sem floresta-de-galeria	Sgs	
Florestada + Arborizada	Sd+Sa	
Arborizada + Gramíneo-Lenhosa	Sa+Sg	
Gramíneo-Lenhosa + Arborizada	Sg+Sa	
V - Savana Estépica (Chaco)	T	
Parque (Carandazal, Campina de Carandá)		
sem floresta-de-galeria	Tps	
Gramíneo-Lenhosa (Campo, Campo Limpo, Campo Sujo e Campo Alagado)		
sem floresta-de-galeria	Tgs	
VII – Áreas de Tensão Ecológica ou Contatos Florísticos		
Encrave		
Savana/Floresta Estacional Decidual Submontana (Mata)	SNC/(Sd+Cs)	
Savana/Floresta Estacional Semi-decidual Submontana (Mata)	SNC/(Sd+Fs)	
IX – Áreas Antrópicas	AA	
Agricultura Anual	Ac	Agricultura Anual (Agr)
Agricultura na Região de Savana	Ac.S	
Pecuária (Pastagem plantada)	Ap	Pastagem Plantada (Pp)
Pastagem plantada na Região de Floresta Estacional Decidual Submontana	Ap.Cs	
Pastagem plantada na Região de Savana	Ap.S	
Outras Áreas Antrópicas	OA	Influência urbana (I_urb)
Influência Urbana	Iu	
IX - Outros		Água
Massas d'água (represas, açudes rios, córregos, corixos, vazantes, baias, salinas)	Água	

Figura 1. Uso e ocupação da terra das sub-bacias do rio Formoso desenhadas de acordo com a localização dos pontos de coleta de água. Fonte: SEMAC/IMASUL (2010), ano 2007, escala 1:100.000 (modificado).

Tabela 1. Pontos de coleta nos diferentes corpos aquáticos e seus principais usos.

Ponto	rio/córrego	Principais usos	Referência	Área ocupada pelas classes de mapeamento (%)
FO2073	Formoso	Pastagem plantada e Floresta Estacional decídua	pp+flor	71,3
FO2065	Formoso	Agricultura anual, Pastagem plantada e savana	agr+pp+sav	90,2
FO2047	Formoso	Pastagem plantada e Floresta Estacional decídua	pp+flor	74,4
FO2000	Formoso	Pastagem plantada e savanna	pp+sav	85,9
BO2014	Bonito	Pastagem plantada e Floresta Estacional decídua	pp+flor	93,3
BO2010	Bonito	Savana, Influência urbana e Pastagem plantada	sav+urb+pp	87,5
BO2008	Bonito	Savana e Influência urbana	sav+urb	89,8
BO2000	Bonito	Pastagem plantada e savanna	pp+sav	74,2
RE2000	Restinga	Savana, Influência urbana e Pastagem plantada	sav+urb+pp	86,3
SA2000	Saladeiro	Pastagem plantada e savana	pp+sav	77,1

Tabela 2. Serviços ecossistêmicos, sua definição e os parâmetros de qualidade de água (PQA) utilizados para representá-los (baseado em Hackbart, 2012).

Serviço Ecossistêmico	Definição
Qualidade de água (QA)	Serviço relacionado à qualidade das águas interiores que podem ser utilizadas para fins de consumo humano, limpeza e processos industriais.
Controle de erosão (CE)	Refere-se ao papel que a cobertura vegetal exerce na retenção do solo, na prevenção de deslizamentos de terra e que evitam o assoreamento dos cursos de água.
Recreação e ecoturismo (RE)	Refere-se à importância de um local para o desenvolvimento de práticas de lazer e que está diretamente baseada na qualidade das paisagens naturais do local.

O cálculo dos serviços descritos na **Tabela 2** levou em consideração as informações sobre as classes predominantes na paisagem (com mais de 70%) e a variação espacial de alguns parâmetros de qualidade de água. Para possibilitar a comparação entre os diferentes parâmetros de qualidade de água (PQA) os seus valores foram padronizado de 0 a 1, sendo 1 a pior situação de qualidade da água e 0 (zero) a melhor condição (**Equação 1**).

$$VP_{PQA} = (V_{PQA} - V_{min}) / (V_{max} - V_{min}) \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

VP_{PQA} = valor padronizado do parâmetro de qualidade de água.

V_{PQA} = valor médio do parâmetro de qualidade de água.

V_{min} = menor valor do parâmetro de qualidade de água entre todos os pontos.

V_{max} = maior valor do parâmetro de qualidade de água entre todos os pontos.

Na sequência, os valores padronizados dos parâmetros de qualidade de água selecionados foram somados e relacionados às áreas predominantes no segmento, conforme descrito na **Equação 2**.

$$V_{SEi} = [(\sum VP_{PQA}) \cdot A_{CAAy}] / A_{CANy} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

V_{SEi} = valor do serviço ecossistêmico i (QA, CE ou RE)

VP_{POA} = valor padronizado do parâmetro de qualidade de água

A_{CAAy} = área (ha) da(s) classe(s) antropizada(s) (agricultura, pastagem e/ou urbana) no segmento y

A_{CANy} = área (ha) da(s) classe(s) natural(s) (savana e/ou floresta) no segmento y

Os valores assim obtidos por segmento e por serviço ecossistêmico foram corrigidos pela porcentagem da área do segmento representativo das classes utilizadas na Equação 2, de forma a homogeneizar as informações em áreas de diferentes extensões territoriais. Por fim, o valor foi subtraído de 10 (dez) com a finalidade de se interpretar os resultados no sentido da conservação. Os resultados foram analisados por gráficos que representam a variação da oferta dos três serviços e pela soma total deles.

4. Resultados e Discussão

Até os anos de 1990, o município de Bonito contava com uma estrutura estritamente rural, mas com a decadência da agricultura e o posterior incremento das atividades turísticas, a economia local floresceu e hoje o predomínio é de ocupação urbana (**Figura 2a**), porém concentrada na borda do córrego Bonito. Até 2010, cerca de 45% do território ainda era ocupado pela pecuária de corte em área de pastagem plantada (**Figura 2b**).

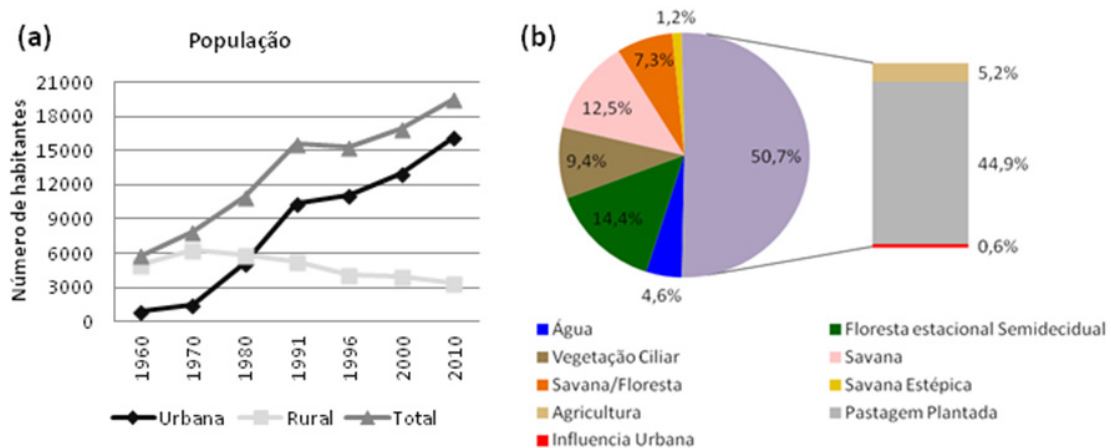


Figura 2. (a) População do município de Bonito entre os anos 1960 e 2010; (b) Percentual de área ocupada em 2007.

As alterações na paisagem natural devido aos diferentes tipos de usos refletem na qualidade da água dos corpos aquáticos e são amplamente conhecidos e descritos nos trabalhos de Ferreira e Silva (2001), Ferreira (2005), Calheiros (2007), e nos relatórios e publicações oficiais do Estado do Mato Grosso do Sul (Brasil, 2002; MS, 2005a; MS, 2005b; MS, 2009). Esses estudos descrevem a degradação da qualidade da água ao longo do rio Formoso e, especialmente do Córrego Bonito, causado pelos lançamentos de esgoto doméstico, efluentes de ETE e de águas da drenagem pluvial despejados diretamente nesse corpo de água. Esses lançamentos refletem nas alterações dos parâmetros coliformes termotolerantes, $DBO_{5,20}$, OD, P-total e N-total (MS, 2009). Além disso, os dois córregos (Restinga e Saladeiro) que afluem ao córrego Bonito estão inseridos dentro da área urbana

do município de Bonito e recebem, clandestinamente, o aporte de águas residuárias dessa cidade (MS, 2005a).

Apesar desse conhecimento, resta uma pergunta de grande importância ainda não devidamente avaliada: quais os elementos da paisagem, em que quantidade e em que condições definem uma melhor situação de autodepuração dos corpos aquáticos? Essa resposta pode conduzir a uma melhor compreensão da real influência das mudanças de uso sobre os recursos hídricos, como também pode auxiliar na tomada de decisão sobre as condições adequadas de interferência na paisagem para obtenção de uma melhor qualidade ambiental. Sob essa perspectiva foram realizadas as análises de Correlação (Pearson; $p > 0,05$) e de Componentes Principais a fim de investigar a relação entre a qualidade de água e os principais elementos da paisagem. Para os cálculos foram preponderados os elementos que somados ocupavam uma área igual ou maior a 70% de cada um dos segmentos de cursos de água (**Tabela 2**), pressupondo-se que eles definem boa parte das respostas obtidas para os parâmetros de qualidade de água. Os resultados podem ser observados na **Figura 3**.

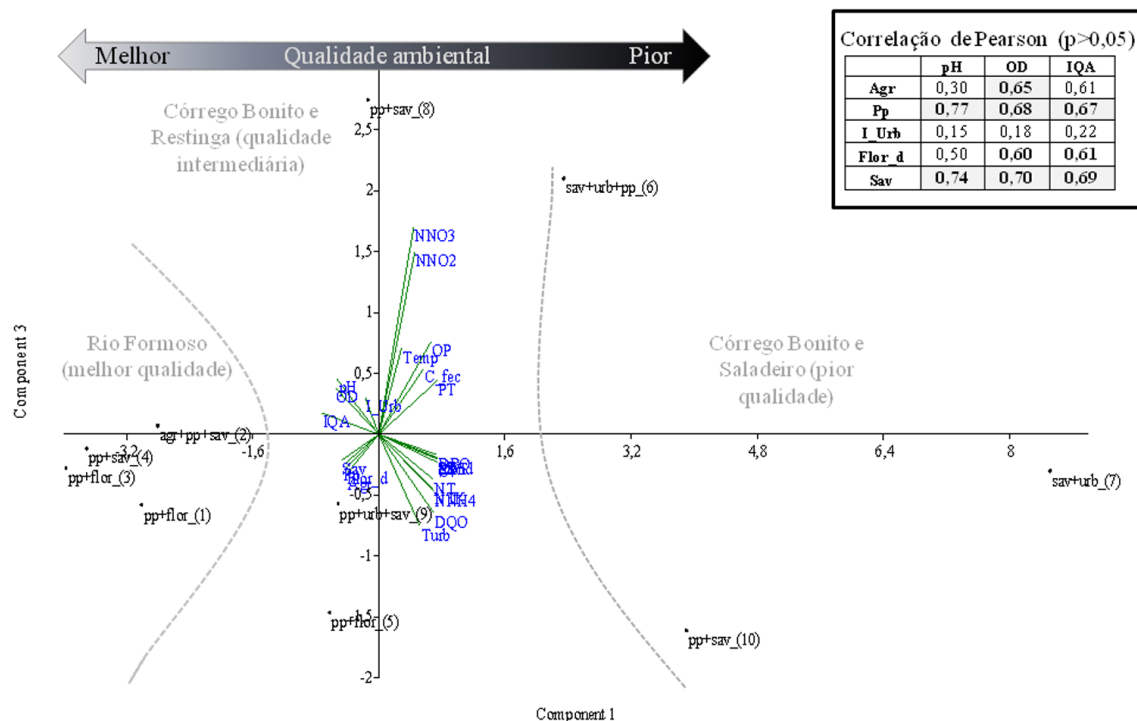


Figura 3. Análise de Componentes Principais e Correlação de Pearson para avaliação das relações entre tipos e quantidades de usos e valores de PQA

Essa figura mostra que entre os 20 parâmetros avaliados somente pH, OD e IQA apontaram uma correlação significativa com as tipologias de mapeamento. Apesar da pequena correlação entre parâmetros de qualidade de água e as classes de mapeamento foi possível identificar padrões de resposta entre os diferentes segmentos dos cursos d'água. Assim, quando se observa a bacia hidrográfica do rio Formoso em sua totalidade verifica-se que, a qualidade ambiental é melhor do que em relação a sub-bacia do Bonito. Em outras palavras, mesmo que a bacia apresente um mosaico de usos entre áreas naturais (savanas e florestas) e áreas antrópicas (pastagem e agricultura), o predomínio de áreas naturais em relação a sub-bacia (21% para rio Formoso e 14% para o segmento do córrego Bonito) ajuda a diluir o impacto causado pelas áreas urbanas, inclusive aquelas que estão concentradas na sub-bacia do Bonito.

No segmento relativo ao córrego Bonito, onde a savana foi a fisionomia predominante, mas com a presença concentrada de áreas urbanas a qualidade ambiental dos recursos hídricos foi pior. Isso conduz à reflexão de que a quantidade de área natural presente nos segmentos não é suficiente para diluir a influência humana. Após a passagem do Córrego pelo município de Bonito, mesmo tendo uma ampla área de cobertura natural, sua presença não superou a pressão concentrada de uso. Em contrapartida, os dados evidenciam que o segmento que tinha a floresta como elemento predominante não se enquadrava entre os segmentos de qualidade inferior de recursos hídricos. É importante, portanto, atentar para esta evidência e ter atenção em relação à manutenção ou recuperação das áreas florestadas, mesmo que em pequenos fragmentos.

Como os resultados das análises estatísticas não foram suficientemente satisfatórios no agrupamento entre os parâmetros de água e os elementos da paisagem, o cálculo dos serviços ecossistêmicos foi feito utilizando parâmetros que, mesmo pouco significativos, refletem diretamente a degradação da oferta de cada um dos serviços pela ação humana na paisagem (**Tabela 3**).

Tabela 3: Parâmetros de qualidade de água (PQA) utilizados para os cálculos dos serviços ecossistêmicos.

Serviço Ecossistêmico	PQA
Qualidade de água (QA)	Coliformes fecais, DBO, DQO, Ntotal, Ptotal, Turbidez, Sólidos totais
Controle de erosão (CE)	Turbidez e sólidos totais
Recreação e ecoturismo (RE)	DBO, NNH ₃ , Turbidez, Ptotal

Os resultados obtidos pela aplicação das **Equações 1 e 2** apresentadas anteriormente podem ser observados na **Figura 4**.

Os dados relativos a cada um dos serviços (**Figura 4A**) mostram de forma clara que, quando se avalia a bacia hidrográfica do rio Formoso como um todo, a oferta de serviços ecossistêmicos se aproxima muito do ideal, principalmente para o serviço de controle de erosão. Esse resultado demonstrou que a grande quantidade de vegetação natural ainda presente na Bacia consegue tamponar o efeito deletério das ações humanas sobre os recursos hídricos. No entanto, quando a avaliação foi feita em uma escala territorial de maior detalhe – sub-bacia do córrego Bonito – a variação na oferta dos serviços refletiu nitidamente as interferências humanas sobre a qualidade das águas e na paisagem. Todos os pontos sob a influência do município de Bonito apresentaram uma degradação acentuada na oferta dos três serviços, independentemente da quantidade de vegetação natural ainda presente no segmento. Esse fato foi principalmente comprovado pelo valor negativo encontrado para o serviço de qualidade de água no ponto do córrego Saladeiro, indicando não somente a degradação, mas a perda total desse serviço. Todas essas informações possibilitam afirmar que a vegetação natural não consegue tamponar os impactos antrópicos concentrados sobre os recursos hídricos dentro da sub-bacia do córrego Bonito, exportando seus impactos para fora da sub-bacia.

Na avaliação total (**Figura 4B**), pode-se observar que existe dentro da sub-bacia do córrego Bonito uma perda de serviços ecossistêmicos de cerca de 80% em relação ao total da bacia hidrográfica. Esse resultado reflete de forma contundente a gravidade das ações antrópicas nessa região sobre a diminuição da oferta dos serviços.

Os resultados obtidos por esse trabalho poderiam ser mais conclusivos se tivessem sido encontrados valores significativos de correlação e de agrupamento entre paisagem

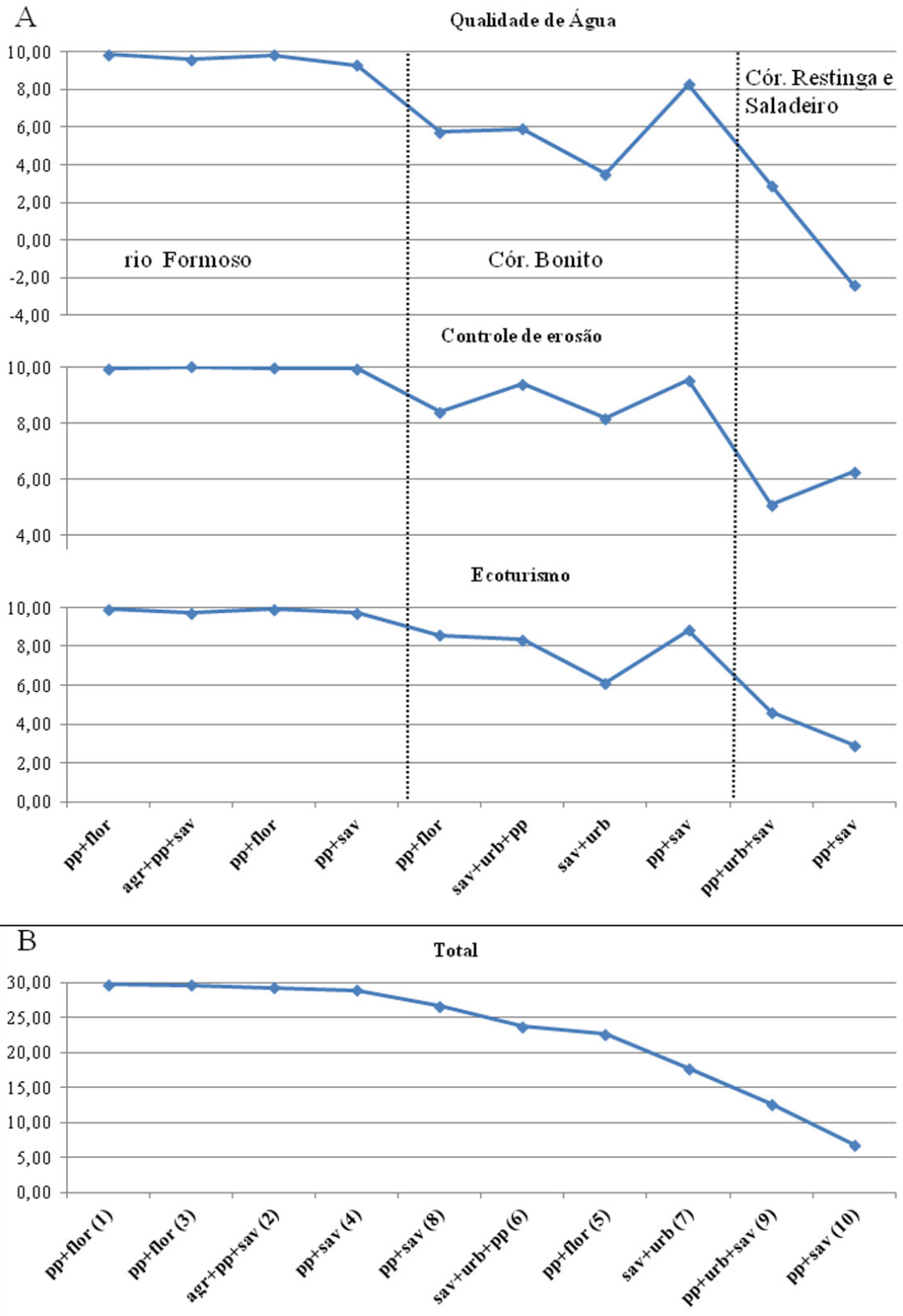


Figura 4. Valores dos serviços ecossistêmicos de (A) Qualidade de água, Controle de erosão e Recreação e ecoturismo; e (B) o valor total dos três serviços juntos. (1), (2), (3) e (4): pontos de coleta do rio Formoso (respectivamente 2073, 2065, 2047 e 2000); (5), (6), (7) e (8): pontos de coleta do cór. Bonito (respectivamente 2014, 2010, 2008 e 2000); (9): ponto de coleta do cór. Restinga (2000); (10): ponto de coleta do cór. Saladeiro (2000).

e qualidade de água. Para tanto, uma análise da série histórica de dados de qualidade de água aliado a um estudo sobre as mudanças ocorridas na paisagem ao longo desse período, poderiam trazer uma maior exatidão sobre a degradação da oferta de serviços ecossistêmicos importantes para a região de Bonito e para o Pantanal.

5. Conclusões

A avaliação conjunta dos elementos da paisagem e da qualidade de água da bacia hidrográfica do rio Formoso possibilitou concluir que, no geral, a presença de grandes áreas de vegetação natural dilui as ações antrópicas, o que tem reflexos diretos na manutenção - próxima do máximo existente na região da oferta de serviços ecossistêmicos, especialmente para o serviço de controle de erosão. Quando a avaliação foi feita em uma escala territorial segmentada em microbacias, a degradação dos serviços, em especial de qualidade de água, apresentou valores significativos que variaram entre 10 e 77%, independentemente da cobertura vegetal natural da paisagem. Essa é uma característica específica para as sub-bacias ao redor do município de Bonito, cujos efeitos deletérios causados principalmente pelos despejos de efluentes domésticos devem ser exportados para o resto da bacia, propagando seus impactos e diminuindo a disponibilidade de serviços para além do ponto de origem.

6. Agradecimentos

Agradecemos à SEMAC/IMASUL e à Embrapa Informática Agropecuária (CNPTIA) pela disponibilização das imagens e mapeamentos.

7. Referências

- Avaliação Ecológica do Milênio (A.M.). **Ecosistemas e o bem-estar humano – Estrutura para uma avaliação**. Relatório do Grupo de Trabalho da Estrutura Conceitual da Avaliação Ecológica do Milênio. São Paulo: Editora do SENAC São Paulo. 2005.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. SEMA/IMAP/Gerência de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul (coord.). **Bacia Hidrográfica do rio Formoso**. Campo Grande, MS, 2002. 66p.
- Brauman, K.A.; Daily, G.C.; Duarte, T.K. e Mooney, H.A. **The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services**. Ann. Rev. Environ. Resour. 32: 67-98. 2007. Xavier, 2011
- Calheiros, D.F. **Determinação de impactos e conservação dos recursos hídricos na bacia do Alto Paraguai**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2007. 4p. ADM – Artigo de Divulgação na Mídia, n.124. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/ADM124>>. Acesso em: 26 jul.2007
- Costanza, R.; D'Árge, R.; Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Naeem, S.; O'Neill, R.; Parielo, J.; Raskin, R.; Sutton, P.; Van Del Belt, M. **The value of the world's ecosystem services and Natural capital**. In NATURE, Vol 387. May 1997
- Dias, J. A região carstica de Bonito, MS: uma proposta de zoneamento geocológico a partir de unidades de paisagem. **Ensaio e ciência**. Campo Grande, MS, 2000. V.4 n.1 19 – 43p.
- Ferreira, L. M. **Índice de qualidade de água para a bacia do rio Formoso: uma proposta** Dissertação (Mestrado). Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Campo Grande-MS. 146p, 2005.
- Ferreira, L. M. ; Silva, M. C. A. **Impactos do esgoto doméstico na qualidade da água do córrego Bonito, MS**. In: XIV Simpósio brasileiro de Recursos Hídricos, 2001, Aracaju. XIV Simpósio brasileiro de Recursos Hídricos, 2001Ferreira e Silva (2001)

Hackbart, V.C.S. **A conservação de corredores fluviais e suas microbacias hidrográficas garantem a disponibilidade de serviços ecossistêmicos?** Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – FEC. Universidade Estadual de Campinas -UNICAMP. Campinas, 140p, 2012

Lee, S.; Hwang, S.; Lee, S.; Hwang, H.; Sung, H. **Landscape ecological approach to the relationships of land use patterns in watersheds to water quality characteristics.** Landscape and Urban Planning, 92,80-89. 2009.

Lima, G.T.N.P. **Metodologia para avaliação de forças motoras e vetores de mudança na determinação de serviços ecossistêmicos. Estudo de caso: Ilha de São Sebastião-SP/Brasil.** Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – FEC. Universidade Estadual de Campinas -UNICAMP. Campinas, 132p, 2011

Liu, J.; Zhang, H.; Chen, Y.; Wu, H.; Xiong, Z. **Nutrients in the Changjiang and its tributaries.** Biogeochemistry 62 (1): 1-18. 2003.

Mato Grosso do Sul. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul/IMASUL. Diretoria de Desenvolvimento. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Mato Grosso do Sul, MS, 2004.** Campo Grande, MS, 2005a. 137p.

Mato Grosso do Sul. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul/IMASUL. Projeto GEF Pantanal/Alto Paraguai – Implementação de Práticas de Gerenciamento Integrado da Bacia Hidrográfica para o Pantanal e Alto Paraguai (ANA/GEF/PNUMA/OEA). Subprojeto 1.6/MS - Gerenciamento de Recursos Hídricos nas vizinhanças da cidade de Corumbá (MS). Relatório de Avaliação e Tendências de Qualidade das Águas Superficiais da Bacia do Alto Paraguai em Mato Grosso do Sul – Período 1994-2004. Campo Grande, MS, 2005b. 105p

Mato Grosso do Sul. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul/IMASUL. Diretoria de Desenvolvimento. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Mato Grosso do Sul, MS, 2005, 2006 e 2007.** Campo Grande, MS, 2009. 218p.

SEMAC/IMASUL (Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia e Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul). **Plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul:** resumo executivo. Campo Grande, MS: Editora UEMS, 114p. 2010.

Xavier, L.S.S. **Implicações socioambientais do turismo e o licenciamento na bacia hidrográfica do rio Formoso - Bonito MS.** 2011. Tese (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) - Ecologia de Agroecossistemas, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-29112011-135944/>>. Acesso em: 2012-06-18.