



Uso da terra na bacia de contribuição do reservatório Ponte de Pedra no limite do planalto com a planície de inundação do Pantanal

Camila Silva Favretto¹
Ibraim Fantin-Cruz²
Simoni Loverde-Oliveira¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso/CUR
Avenidas dos Estudantes, 5055, CEP 78735-901, Rondonópolis-MT.
{camilas.bio, si.loverde}@hotmail.com

² Universidade Federal de Mato Grosso/CBA
R. Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Boa Esperança, Cuiabá - MT, 78060-900
ibraimfantin@gmail.com

Resumo. Identificar os usos da terra, principalmente em escala temporal, em bacias hidrográficas com presença de hidrelétricas proporciona uma análise amplificada de possíveis usos que influenciam no carreamento de partículas para o curso d'água principal. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi mapear o uso da terra da bacia do rio Correntes para estabelecer a relação entre os usos e a carga de sedimentos gerado durante a operação da usina Hidrelétrica Ponte de Pedra (MS/MT) no período de 2006 a 2011. A classificação foi realizada de forma não-supervisionada com o classificador Isodata a partir de imagens satélite LANDSAT 5 e 7. As classes foram definidas de acordo com o IBGE (2014). Para o cálculo da carga anual de sedimentos foi adotado a proposta de Poff et al. (2010) com dados de entradas de sólidos suspensos na vazão afluente do reservatório. Em toda a extensão da área da bacia foi possível verificar a distribuição espacial das classes de usos da terra, sendo as predominantes a agricultura (entre 43 a 54%) e floresta (entre 21 a 31%). A produção de sedimentos anual variou entre mínimos de 12.288 a máximos de 31.030 mg L⁻¹, atingindo o valor máximo no ano de 2008. Os usos do terra praticados na bacia do Rio Correntes estão potencialmente exercendo influência sobre a produção de sedimentos anual no reservatório Ponte de Pedra a montante do Pantanal, fato demonstrado pela forte relação entre a vazão afluente e as concentrações de sedimentos transportados pelo corpo da água principal.

Palavras-chave: Uso do terra, Sedimentos, Reservatório hidrelétrico, Rio Correntes.

Abstract. Identify land uses, especially in historical time scale, in river basins with the presence of hydroelectric plants provides an amplified analysis of possible uses that influence the particle transport to the main watercourse. The aim of this study was to map the land use of the Rio Correntes basin to establish the relationship between uses and sediment load generated in the reservoir of the Ponte de Pedra hydroelectric plant (MS / MT) in the period between 2006 to 2011. The classification was performed with the unsupervised classifier Isodata using satellite images Landsat 5 and 7. The classes were defined according to the IBGE manual (2014). To calculate the annual sediment load was used the proposal of Poff et al. (2010) with data inputs solids suspended in the influent flow of the reservoir. To the full extent of the basin area was possible to verify the spatial distribution of land uses classes, being agriculture the predominant (between 43-54% of the total area) and forest areas (between 21-31%). The annual production of sediment varies between 12,288 to 31 030 mg L⁻¹, reaching the maximum value in 2008. The land use practiced in the Rio Corrente basin are potentially exerting influence on the production of annual sediment upstream of the Pantanal at the Ponte de Pedra Reservoir, as demonstrated by the strong relationship between the inflow and sediment concentrations transported by the main watercourse.

Key-words: land uses, Sediment, Reservoir hidrelétric, Rio Correntes.

1.Introdução

O Pantanal está localizado no centro do continente sul-americano na Bacia do rio Paraguai e seu afluentes transbordam e inundam sazonalmente uma área de mais de 150.000 km² (Girard, 2002). A compreensão deste sistema é importante para que possa se manter o equilíbrio pantaneiro, considerando que a dinâmica regional de escoamento das águas é delicada e tem relação com o transporte de sedimentos, erosão e carreamento de nutrientes (Alvarenga et al. 1984). Mudanças na cobertura do solo representam um perigo à sustentabilidade desse e de outros ecossistemas, principalmente quando há conversão de formas de vegetação nativa em áreas antrópicas (Paranhos Filho et al. 2014).

Essas modificações dos usos levam a uma aceleração dos processos de mudanças que poderiam ser naturais, gerando fragmentação da paisagem, poluição das águas continentais em função do escoamento das águas pluviais e fluviais erosão e degradação do solo, entre vários outros (Carvalho et al. 2009; Tundisi, 2010). Estabelecer os usos em escala temporal são particularmente importantes em bacias hidrográficas com presença de usinas hidrelétricas, Macedo et al. (2014) destaca que os dados históricos de antes, durante a construção e na fase de operação podem estabelecer a linha das modificações sofridas pelo o ambiente terrestre e aquático.

Diversas hidrelétrica de menor capacidade de geração são muitas vezes implantadas, como uma alternativa para produção de energia por ter menor impacto ambiental e maior aceitação social. Estas oferecem relativa estabilidade enquanto os efeitos ambientais de grandes barragens são bem conhecidos, porém as barragens menores têm sido minimamente estudadas principalmente as localizadas a montante do Pantanal (Fantin-Cruz et al. 2015). A implementação de um reservatório gera grandes perturbações na dinâmica fluvial, alterando o ciclo natural do rio e interferindo no processo de transporte e deposição de sedimentos (Stevaux et al. 2009).

2.Objetivo

Mapear o uso da terra da bacia do rio Correntes por meio de Sistema de Informação Geográfica (SIGs) e imagens de sensoriamento remoto orbital para estabelecer a relação entre os usos e a carga de sedimentos gerado durante a fase de operação da usina Hidrelétrica Ponte de Pedra (MS/MT) no período de 2006 a 2011.

3. Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido no reservatório da Usina Hidrelétrica do Ponte de Pedra, formado pelo represamento do rio Correntes (**Figura 1**). A hidrelétrica está localizada no extremo leste da bacia do Alto Pantanal, na divisa dos estados do Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul, Brasil. O reservatório tem uma área a área superficial de 14,5 km², com profundidade máxima de 30 m e média de 7,6 m (Fantin-Cruz, 2012).

Esta localidade está entre a interface planalto/planície, e também é conhecida como a chapada do rio Correntes por ter terras altas no planalto na região leste direção norte para o sul com valor máximo de 800 metros. Enquanto que a porção de planície pantaneira possui terras com pequena declividade e baixa capacidade de drenagem sujeitas a inundações periódicas (Imasul, 2003). O clima é caracterizado como tropical úmido tendo como período chuvoso de setembro a março, com maior intensidade entre os meses novembro e janeiro. Quanto as temperaturas médias estão entre 20°C e 24°C, com período seco de três a cinco meses, a precipitação média anual entre 1.000 a 1.500mm (Semac, 2013). Já a vegetação predominante é o cerrado, o cerrado estépico e os encraves destas com a floresta estacional, e em proporções menores mantem áreas de pastagem plantada e várzea (Imasul, 2013). Quanto a economia regional é voltada para a agricultura e pecuária, com cultivo de soja, arroz, milho e cana-de-açúcar (Imap/MS, 2006).

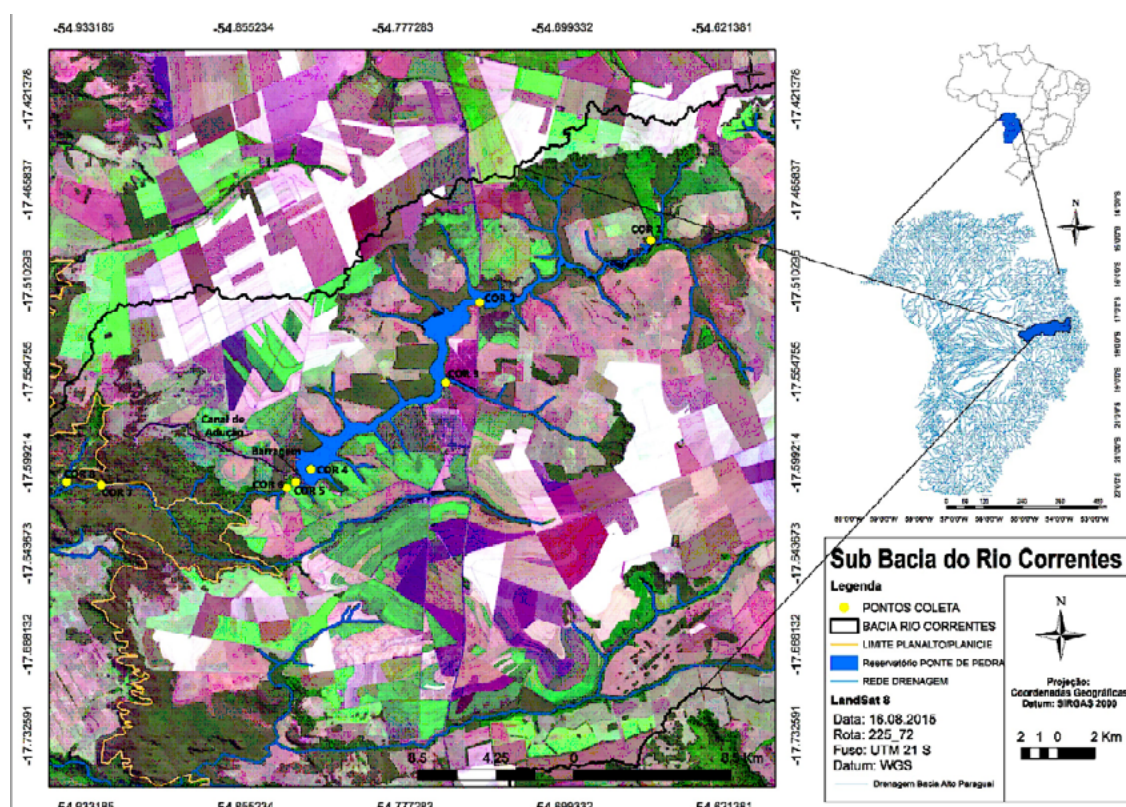


Figura 1 – Mapa de localização do reservatório da usina Ponte de Pedra e sub bacia de drenagem do Rio Correntes, (MT/MS), destacado os pontos de coleta.

As ferramentas a partir dos SIGs (Sistemas de Informações Geográficas) foram utilizados em toda a fase de processamento, classificação e confecção final dos mapas. Para realizar o mapeamento do uso da terra foi necessário primeiramente realizar o download das imagens orbitais junto a base de dado no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, <<http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>>).

Foram utilizadas as imagens orbitais do satélite LANDSAT TM 5 e 7, sendo imprescindível realizar o processo de correção geométrica 072/225 (órbita/ponto) através das ferramentas presente na plataforma ENVI 4.7. Neste processo as coordenadas da imagem foram relacionadas com as coordenadas geográficas da imagem de maio de 2006 do Landsat 7/TM+ corrigida pela NASA e disponibilizada pelo INPE (Silva et al., 2011; Santos et al., 2011; Durán, 2014). O empilhamento das bandas foi necessário para a confecção das imagens em composição colorida RGB543 que auxiliou na interpretação visual da cena. Rosa et al. (2011) constatou que a água, vegetação e solo exposto apresentaram boas definições com a composição colorida R5G4B3 das imagens do satélite Landsat para o Pantanal, por relacionar as bandas 4 e 3 que diferenciam as feições do solo exposto e água, principalmente a biomassa de vegetação presente na cena. Os anos adotados para análise está análise foram os mesmos correspondentes ao banco de dados limnológico de 2006 a 2011.

Adotou-se a classificação não-supervisionada com o classificador Isodata (*Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique*) por apresentar melhor separabilidade dos alvos em grupos distintos utilizando a fórmula da distância mínima espectral para formar clusters (Paranhos Filho et al., 2014), e assim formando as classes que correspondem a maior similaridade espectral entre os grupos de pixels (Valério et al., 2009; Chaves et al., 2010; Andrade et al., 2015). Na etapa posterior a classificação foi convertida para shapefile em ambiente ENVI versão 4.8. As áreas por classes foram quantificadas utilizando o ArcGis 10.2, para realizar interpretação das quantidades de classes de usos da terra na bacia e suas relação na produção de sedimentos. Conforme Santos e Petronzio (2011) para o mapeamento atingir a definição exata das classes é aconselhável o uso de vetorização manual a partir dos pontos de verdade de campo, assim, optou-se por realizar a edição manual das classes a partir do conhecimento prévio da área de estudo.

As classes foram definidas conforme IBGE (2014) nas subclasses I e II que possibilitam mapear o uso do solo em escala inter-regional e regional. Foram utilizadas cinco classes: áreas antrópicas agrícolas: agricultura, pastagens e silviculturas; áreas antrópicas não agrícolas: áreas urbanizadas cidades; áreas de vegetação natural: área florestal; água: águas continentais (geração de energia em corpo d'água continental); outras áreas: áreas descobertas.

Para a análise da carga e exportação de sedimentos do reservatório foi utilizado o conjunto de dados hidro-ambientais da fase de operação do reservatório para os anos de 2006 a 2010, tais dados disponibilizados através de parcerias público-privada (Tractebel/IPHUFGRS/ UFMT/ CPP/TNC). As coletas foram realizadas em oito pontos de coleta, sendo o primeiro COR1 em ambiente lótico do rio Correntes a montante do empreendimento; os pontos COR2 ao COR3 dentro do corpo do reservatório; o COR4 se localiza na barragem do reservatório próximo ao canal de adução, o ponto COR5 e COR6 se encontram logo após a barragem no trecho de vazão reduzida, quanto COR7 se encontra no trecho de vazão vertida e transição do planalto com a planície, onde a água turbida da usina retorna ao leito do rio; o ponto COR8 no rio Correntes a jusante do reservatório, na planície de inundação do Pantanal, conforme demonstrada na **figura 1**.

Para o cálculo da carga anual de sedimentos (sólidos suspensos totais) foi adotado a proposta de Poff et al. (2010). Na qual os valores de entrada correspondem aos dados do ponto de coleta COR1, ou seja, carga afluenta a barragem do reservatório Ponte de Pedra no limite do planalto. Este ponto proporciona a compreensão dos valores dos sedimentos que adentram ao reservatório possivelmente em função do uso do solo na bacia do Rio Correntes a montante da barragem e do Pantanal. A fórmula do cálculo segue a descrição de Carvalho et al. (2000): $C = CON * Q * 0.0864$, onde C a carga total, CON são valores de sólidos suspenso totais, Q vazão afluenta (Ponto COR1), e valor do coeficiente.

Assim, os valores finais da carga de sedimentos anual (toneladas) e os valores de vazão afluente ao reservatório foram relacionados através de regressão linear. E os valores finais de usos da terra da bacia e de sedimentos foram relacionados com regressão linear, podendo desta forma estimar a contribuição dos usos na produção de sedimentos.

4. Resultado e Discussão

A bacia de contribuição do reservatório Ponte de Pedra, corresponde uma área de 56.489 km². Em toda a extensão da área da bacia do rio Correntes houve predominância na distribuição espacial da classe de agricultura que ocupou ao longo dos anos analisados de 43% a 54% da cobertura total da bacia, e a floresta corresponderam as porcentagens de 21 a 31% de extensão; já para a classe pastagem e outros usos as proporções de área coberta foram reduzidas as valores expressivos entre 6% a 11%, conforme demonstrado na **Figura 2**.

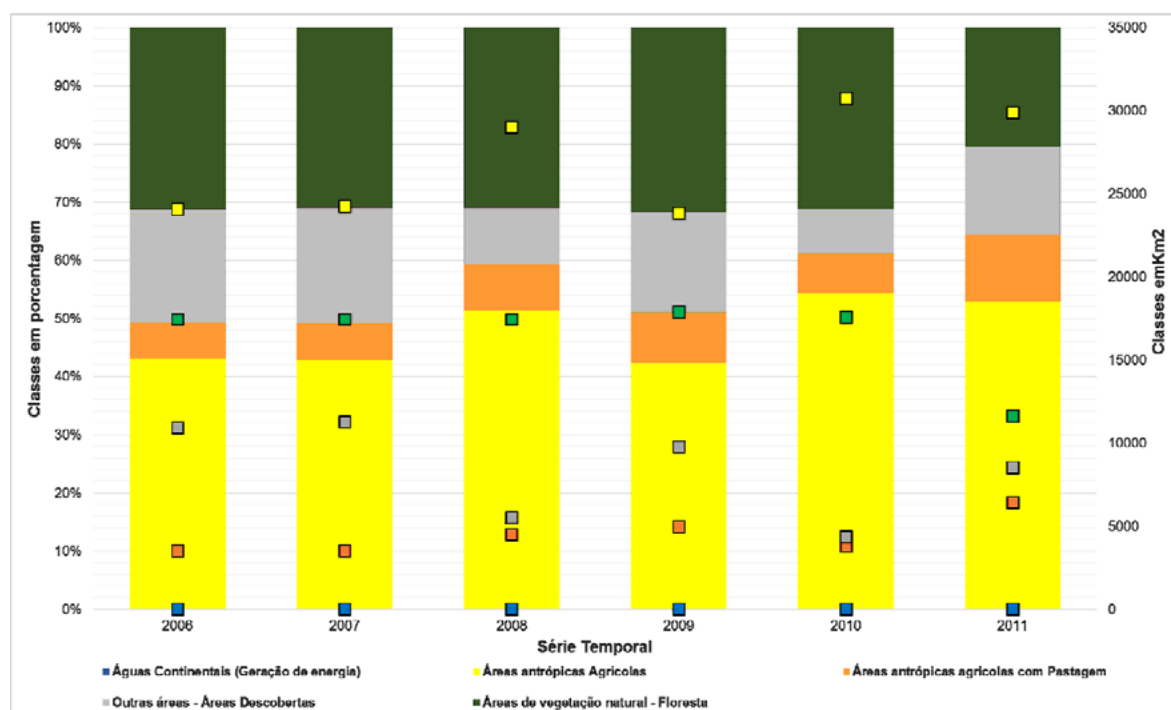


Figura 2 – Gráfico com eixos x duplo, a esquerda com porcentagens em forma de barras das classes de uso do solo e a direita com as áreas em hectares para cada classe em quadrados flutuantes nas barras da bacia do Rio Correntes.

Os solos sem cobertura vegetal ou com vegetação de porte pequeno, que dificulta a classificação como agricultura ou pastagem, foram classificados como outras áreas denominado áreas descobertas. Foram identificados principalmente em áreas próximos com predominância do plantio de cana-de-açúcar. Geralmente os mesmos encontram-se desta forma após colheita, durante o preparo do solo, espera do crescimento do broto ou replantio da cultura inteira (Gonçalves et al., 2011).

O mapeamento em escala temporal dos cinco anos demonstrou que durante esta escala correspondente a fase de operação do reservatório, as atividades econômicas praticadas em seu entorno e na bacia do rio Correntes se mantiveram constantes sem grandes alterações de uso da terra. Destaca-se que no ano de 2011 houve diminuição da área de floresta reduzindo de 29% em 2010 para 20% (**Figura 2**). Esta supressão das áreas de floresta possivelmente foi convertida para áreas antrópicas agrícolas.

Foi registradas desde 2006 a dominância das atividades agrícolas na parte leste da bacia e áreas descobertas a oeste da bacia próximo do reservatório Ponte de Pedra. Já na área de transição do limite do planalto com a planície de inundação do Pantanal ocorreu abrangência de florestas em toda a serra, e na planície pantaneira a pastagem e pouco de área descoberta. As águas continentais totalizaram 0.509 km² (1%) com o uso principal da geração de energia elétrica no reservatório, e secundariamente a produção de peixes em tanques próximos ao rio Correntes e alguns locais dentro dos principais tributários. Enquanto que a agricultura cobriu 24.079 km² (43%), pastagem com 3.538 km² (6%), área descobertas com 10.921 km² (19%) e floresta com 17.4417 km² (31%) da área da bacia (**Figura 2**).

No ano de 2007 (**Figura 2**), a classificação demonstrou que houve a predominância de agricultura (24.252 km²) em toda a parte superior bacia do Rio Correntes (planalto). Destacando que a floresta se mantiveram com a mesma quantidade cobertura vegetal do ano anterior (2006) com 17.441 km² (31%). Para o ano de 2008 (**Figura 2**), existiu um aumento da classe de águas continentais com 1.998 km², a classe de agricultura aumentou para 29.029 km² (51 %), a pastagem com 4.500 km² (7%), e a área descoberta diminui para 5.517 km² (10%).

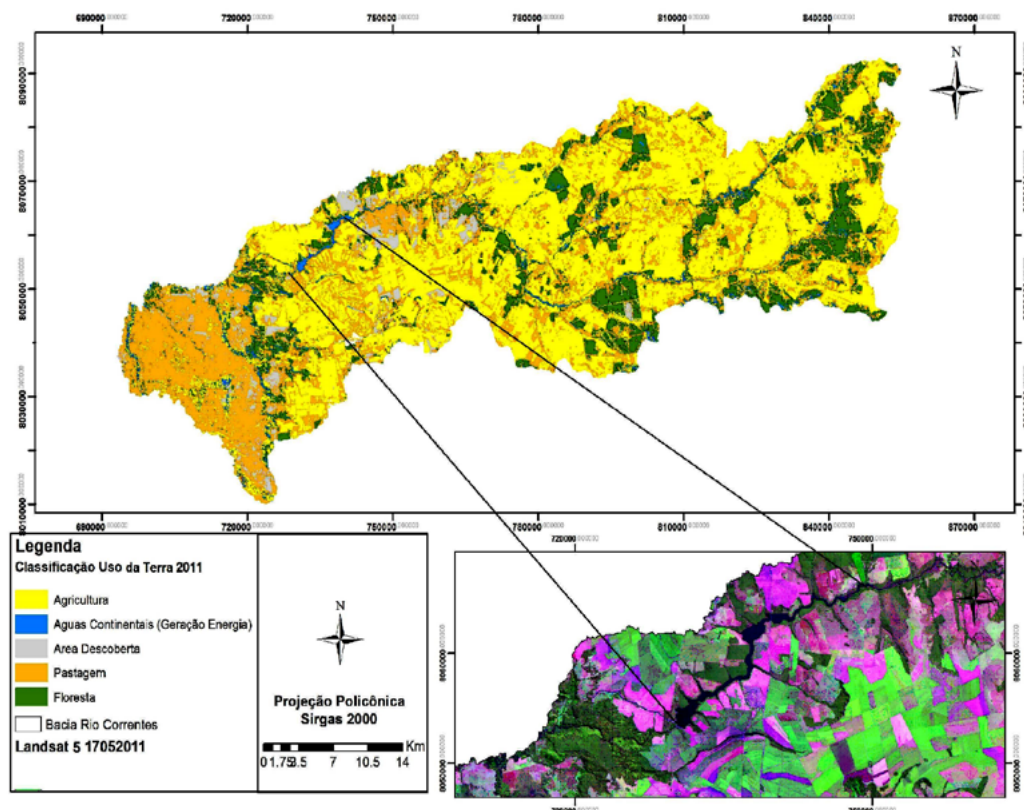


Figura 3 – Mapeamento de uso da terra em 17 de maio de 2011 da bacia do Rio Correntes, em destaque o reservatório Ponte de Pedra.

Analisando os usos em 2009 (**Figura 2**), a classe de águas continentais diminuiu novamente para 0.411 km² (1%). A classe de área descoberta aumentou para 9.778 km² (17%), e aumentou a quantidade cobertura por florestas com 17.906 km² (32%), e a classe de agricultura dominância novamente com 23.836 km² correspondente a 42% da área total da bacia.

No o ano de 2010 (**Figura 2**), houve crescimento da área ocupada pela classe de agricultura com 30.733 km² (54%), especialmente em toda a parte leste da bacia e na área do entorno do reservatório chegando nos limites do planalto.

Na classificação para 2011 (**Figura 2 e 3**), foi verificado o uso da terra para a classe de agrícolas com 29.909 km², o que corresponde a 52% de toda a cobertura terrestre da bacia do Rio Correntes, classe de pastagem correspondeu a 6.422 km² (11%), e classe de águas continentais representaram 0.5353 km² (1%) do total da bacia. A classe de floresta com 21% (11.625 km²), demonstrou uma supressão de 10% desta classe em relação aos anos anteriores.

Veronez (2011) destaca que a retirada de floresta indica que a remoção das mesmas para instalação de sistema de produção agrícola, pastagem ou centros urbanos afeta não somente a paisagem local, mas diretamente na modificação das características da qualidade das águas. Gonçalves et al. (2011) relata que os usos e as formas de ocupação da terra são os principais fatores que contribuem para a alteração físico-química nos recursos hídricos, através da disponibilização de resíduos orgânicos e compostos químicos de atividades antrópicas.

Na bacia do rio Correntes ao longo da serie temporal analisada houve uma produção de sedimentos anual variando entre 12.288 a máximos de 31.030 mgL⁻¹, atingindo o valor máximo no ano de 2008 (**Figura 4**).

Os valores de concentração de sólidos (**Figura 4**) demonstraram a existência de limite de variação na produção e exportação destes sedimentos ao longo do rio Correntes até chegar ao primeiro ponto de coleta o COR 1. O valor máximo em 2008 pode ter relação com o tamanho da área descoberta neste mesmo ano na bacia do rio Correntes, pois é sabido que em uma bacia hidrográfica o uso e ocupação da terra são o fatores determinantes no escoamento da água e na produção de sedimentos (Macedo et al., 2012). Os referidos autores salientam que com o aumento da vegetação diminui-se a perda do solo, e o aumento da duração da precipitação e do período de retorno aumenta o escoamento superficial direto e da vazão de pico que iram por consequência aumentar a produção de sedimentos.

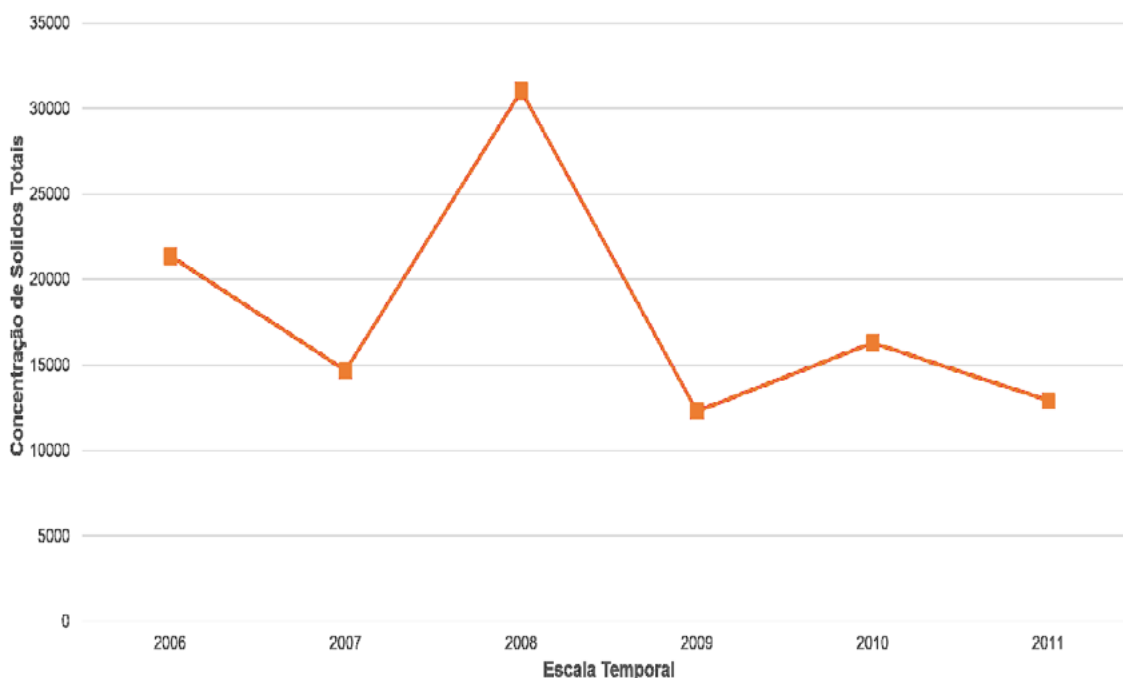


Figura 4 – Gráfico produção de sedimentos (Qst entrada) para a serie temporal do Reservatório Ponte de Pedra.

Nos anos de 2006 e 2007 a produção de sedimentos manteve valores próximos de 15.000 a 20.000 mg L⁻¹ quando podemos verificar que a classe de agricultura para o mesmo período

também se manteve com pouca alteração. Perazzoli et al. (2013) caracterizou que cenário com predominância de classes agrícola produzem maior taxa de produção de sedimentos, porém para o cenário de mata nativa apresentou as menores taxas.

A vazão afluyente do reservatório Ponte de Pedra no ponto a montante teve influência na exportação da carga de sedimento para o corpo da água principal (**Figura 5**), representado no gráfico que demonstra esta relação com valor de r^2 0.9 de explicabilidade.

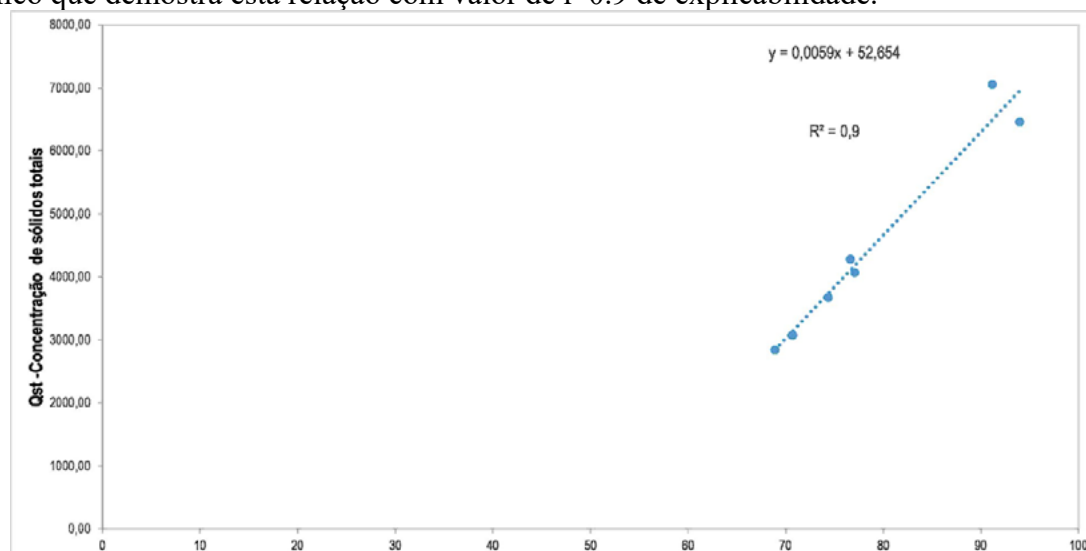


Figura 5 – Gráfico produção de sedimentos (Qst entrada) em relação a vazão afluyente do rio Correntes para a serie temporal.

O estudo de Filho (2013) tratou dos efeitos cumulativos das barragens na bacia do Rio Paraguai, demonstrando que as barragens controlaram perto de 44% da descarga fluvial afluyente da área de planalto, 40% da vazão afluyente ao Pantanal e 38% da vazão defluyente da planície pantaneira. O conjunto dos empreendimentos previstos para operarem poderão reter até 66% da carga detrítica transportada pelos rios com barragens, o que equivale a cerca de 52% da carga afluyente ao Pantanal. Concluindo, que a alteração no regime das águas em uma das maiores planícies inundáveis do planeta, bem como, a carga de sedimentos implicará em breve na alteração direta da biota dos rios desta bacia.

Ao estabelecer a relação através da regressão linear dos usos do solo e a carga de sedimentos anual a partir do ponto afluyente ao reservatório Ponte de Pedra verificou-se que as classes de cobertura de água continentais e de floresta foram as que mais influenciaram na produção de sedimentos dentro do reservatório. Na regressão linear o valor de r^2 foi significativo com 0.77 e 0.53, respectivamente. Demonstrando a relação destes usos da terra na geração de sedimento para o reservatório. Santos et al. (2013) encontraram valores elevados de sólidos totais no entorno da bacia estudada, e relacionaram ao entorno do curso d'água com predominância de solo exposto e monoculturas, observando principalmente o carreamento de partículas em época de chuva.

5. Conclusões

Percebemos que o uso da terra praticados na bacia do Rio Correntes estão potencialmente exercendo influência sobre a produção de sedimentos anual no reservatório Ponte de Pedra a montante do Pantanal, sendo que as classes de uso agricultura, área descoberta e floresta podem ser apontadas como diretamente relacionadas com a produção de sedimentos durante toda a série temporal analisada.

A produção de sedimentos e os usos antrópicos foram fatores importantes para apontar as alterações e modificações do ambiente represado e sua bacia de contribuição. Cabe destacar que transformações nos recursos hídricos localizados a montante da maior planície de inundação do planeta já estão sendo perceptíveis e identificadas.

Salienta-se que geotecnologia tem se mostrado uma ferramenta eficiente para auxiliar os gestores quanto aos usos praticados no Pantanal e nas suas interfaces com o Planalto, no sentido de que o conhecimento dos diferentes usos múltiplos da água e da terra podem contribuir para o gerenciamento dos impactos antrópicos nas bacias hidrográficas formadoras do Pantanal.

6. Agradecimentos

A Tractebel Energia SA e a Secretaria Estadual de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA) pelo acesso aos banco de dados hidro-ambientais. A FAPEMAT pelo apoio financeiro e a CAPES pela bolsa de Mestrado da C.S.F.

7.Referências

- Alvarenga, S.M.; Brasil, A.E.; Pinheiro, R.; Kux, H.J.H. Estudo geomorfológico aplicado à Bacia do Alto Paraguai e Pantanaís Mato-grossenses. **Boletim Técnico**. Série Geomorfológica, 1. Projeto RADAMBRASIL. Salvador. p. 89-183, 1984.
- Andrade, R.G.; Texeira, A.H.C.; Leivas, J.F.; Silva, G.B.S.; Nogueira, S.F.; Victoria, D.C.; Vicente, L.E.; Bolfe, E.L. Indicativo de pastagens plantadas em processo de degradação no bioma Cerrado. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 17., 2015, João Pessoa. **Anais XVII**. João Pessoa: INPE, 2015. p. 1585-1592.
- Burris, R.K., Canter, W. Cumulative impacts are not properly addressed in environmental assessments. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 17, n. 1, p. 5-18, 1997.
- Carvalho, F.M.V.; Marco Júnior, P.; Ferreira, L.G. The Cerrado into-pieces: habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation**, v. 142, n. 7, p. 1392-1403, 2009.
- Carvalho, N.O. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios**. Brasília: ANEL (Agencia Nacional de Energia Elétrica), 2000. 107p.
- Chaves, A.A.A.; Lacerda, M.P.C.; Goedert, W.J.; Ramos, M.L.G. Uso das terras da parte norte da bacia do Rio Descoberto, Distrito Federal, Brasil. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 711-718, 2010.
- Durán, G.B. Correção geométrica automática de imagens de satélite: uma contribuição nos estudos urbanos. In: Congresso Brasileiro de Geógrafos, 7., 2014. **Anais VII**. Vitória: Associação dos Geógrafos Brasileiros, 2014, p.1-13.
- Fantin-Cruz, I. **Efeitos da formação e operação de um reservatório de pequena regularização da alteração da qualidade da água e do regime hidrológico na planície de inundação do Pantanal**. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Instituto Hídrico e Saneamento Ambiental, Porto Alegre, 2012.
- Fantin-Cruz, I.; Pedrollo, O.; Girard, P.; Zeilhofer, P.; Hamilton, S.K. Effects of a diversion hydropower facility on the hydrological regime of the Correntes River, a tributary to the Pantanal floodplain, Brazil. **Journal of Hydrology**, v. 531, n. 3, p.810-820, 2015.
- Filho, E.E.S. As barragens na bacia do Rio Paraguai e a possível influência sobre a descarga fluvial e o transporte de sedimentos. **Boletim Geográfico**, v.31, n.1, p. 117-133, 2013.
- Girard, P. Efeito cumulativo das barragens no Pantanal. **Instituto Centro Vida**, Campo Grande, MS, 2002.
- Gonçalves, F.; Rocha, P.C.; Ferreira, C.C. Uso e ocupação da terra e suas influências em parâmetros químicos e físicos da água da bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio, Oeste Paulista. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 15., 2011, Paraná. **Anais XV**. Curitiba: INPE, 2011. p. 1248-1255.
- Grill, G.; Lehner, B.; Lumsdon, A.E.; MacDonald, G.K.; Zarfl, C.; Liermann, C.R. An index-based framework for assessing patterns and trends in river fragmentation and flow regulation by global dams at multiple scales. **Environmental Research Letters**, v.10, n. 1, p. 1 – 15, 2015.

- Implementação de práticas de gerenciamento integrado de bacia hidrográfica para o Pantanal e bacia do Alto Paraguai. ANA/GEF/PNUMA/OEA. Brasília, 2003. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul.
- Relatório de qualidade das águas superficiais do Estado do Mato Grosso do Sul - 2003.** Campo Grande, MS, IMASUL, 2003.
- Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **Relatório de qualidade das águas superficiais do Estado do Mato Grosso do Sul - 2005.** Campo Grande, MS, IMASUL, 2006.
- Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **Relatório de qualidade das águas superficiais do Estado do Mato Grosso do Sul - 2011.** Campo Grande, MS, IMASUL, 2013.
- Macedo, D.R., Pompeu, P.S., Morais, L., Castro, M.A., Alves, C.B.M., Franc, A, J.S., Sanches, B.O., Ucho A, J. & Callisto, M. **Sampling site selection, land use and cover, field reconnaissance, and sampling.** In: Callisto, M., Hughes, R.M., Lopes, J.M. & Castro, M.A. (eds), Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais, 2014.p. 61-83.
- Macedo, F.L.; Júnior, A.V.M.; Pedrotti, A. Modelagem da produção de sedimentos na subbacia hidrográfica do Riacho Jacaré - SE. **RA'E GA**, v. 24, p. 272-289, 2012.
- Merten, G. H.; Minella, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável.** Porto Alegre, v.3, n.4, p. 33-38, 2002.
- Olden, J.D.; Naiman, R.J. Incorporating thermal regimes into environmental flows assessments: modifying dam operations to restore freshwater ecosystem integrity. **Freshwater Biology**, v.55, p.86-107, 2010.
- Paranhos-Filho, A.C.; Moreira, E.S.; Oliveira, A.K.M.; Pagotto, T.C.S.; Miotto, C.L. Análise da variação da cobertura do solo no Pantanal de 2003 a 2010 através de sensoriamento remoto. **Eng Sanit Ambient**, v. Edição Especial, p. 69-75, 2014.
- Perazzoli, M.; Pinheiro, A.; Kaufmann, V. Efeitos de cenários de uso do solo sobre o regime hídrico e produção de sedimentos na bacia do Ribeirão Concórdia – SC. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 859-869, 2013.
- Poff, N.L., Zimmerman, J.K.H., Ecological responses to altered flow regimes: a literature review to inform the science and management of environmental flows. **Freshwater Biol.**, v.55, n.1, p. 194-205, 2010.
- Rosa, L.; Alves, M.C.; Sanches, L. Uso de composições de bandas do satélite Landsat 5 TM para caracterizar a dinâmica da variação de áreas alagadas no Pantanal mato-grossense. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 15., 2011, Paraná. **Anais XV.** Curitiba: INPE, 2011. p. 5292-5299.
- Santos, A.B.; Petronzio, J.A.C. Mapeamento de uso e ocupação do solo do município de Uberlândia-MG utilizando técnicas de Geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 15., 2011, Paraná. **Anais XV.** Curitiba: INPE, 2011. p. 6185-6192.
- Silva, A.M.; Mello, J.R.B.; Boschi, R.S.; Rocha, J.V.; Lamparelli, R.A.C. Avaliação de classificação para o mapeamento de uso da terra. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 15., Paraná. **Anais XV.** Curitiba: INPE, 2011. p. 7324-7331.
- Stevaux, J.C.; Franco, A.A.; Etchebehere, M.L.C.; Fujita, R.H. Flow structure and dynamics in large tropical river confluence: example of the ivaí and paraná rivers, southern brazil. **Geociências**, v. 28, n.1, p. 5-13, 2009.
- Tundisi, J.G.; Tundisi, T.M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v. 10, n.4, p. 68-75, 2010.
- Valerio, A. M.; Silva, G.B.S.; Kampel, M.; Stech, J.; Assireu, A.T. Avaliação multitemporal do uso de solo da bacia do reservatório de Manso. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 14., 2009, Natal. **Anais XIV.** Natal: INPE, 2009. p. 6345-6351.
- Veronez, B.P. **Análise da influência da precipitação pluviométrica e uso do solo sobre a qualidade da água em microbacias hidrográficas no nordestes paraense, Amazônia Oriental.** 2011. 172p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 2011.