



## Qualidade da Cobertura Vegetal em Áreas de Preservação Permanente de Nascentes Vegetal Cover Quality in Area of Permanent Preservation of Headsprings

Dhonatan Diego Pessi; Patrícia Karina Barbosa Ereio;  
Gustavo Benedito Medeiros Alves; Alecsandra Pazza Martarello & Simoni Maria Loverde-Oliveira

*Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Departamento de Ciências Biológicas,  
Avenida dos Estudantes, 5005, 78735-901, Vila Aurora I, Campus de Rondonópolis, Rondonópolis, MT, Brasil  
E-mails: dhonatan.pessi@gmail.com; patriciakarinabio@hotmail.com;  
gustavo.benedito@hotmail.com; aleh.martarello@gmail.com; si.loverde@hotmail.com*

Recebido em: 23/08/2018 Aprovado em: 30/10/2018

DOI: [http://dx.doi.org/10.11137/2018\\_3\\_270\\_280](http://dx.doi.org/10.11137/2018_3_270_280)

### Resumo

O presente trabalho objetivou classificar as diferentes classes de uso da terra e cobertura vegetal na bacia do córrego Grande e quantificar o estado de preservação da vegetação no entorno das nascentes do córrego Grande, pertencente a bacia do Ponte de Pedra (Rondonópolis-MT). A classificação dos usos da terra foi realizada no ArcGIS 10.5 e o diagnóstico do grau de preservação das APPs de nascentes, deu-se a partir do mapa gerado do uso da terra e aplicado o índice Kappa. O cultivo temporário (58%), área descoberta (16%) e florestal (15%) predominaram entre as classes de uso da terra e cobertura vegetal. Entre as 35 nascentes, 23 estão excelentes em relação a vegetação no entorno, três muito boa, três boa, três razoável, uma ruim, e duas péssima, onde a agropecuária é a que mais avança sobre as APPs das nascentes. A localização e quantificação dos usos da terra nas nascentes é uma forte ferramenta no planejamento e manejo dessas áreas.

**Palavras-chave:** Manejo de nascentes; Bacia Ponte de Pedra; Usos da terra

### Abstract

The present work aims to, classify the different classes of land use and vegetation cover in the Grande stream basin, and quantify the state of preservation of the vegetation around the springs of the Grande stream, which belongs to the Ponte de Pedra basin (Rondonópolis-MT). The classification of land use was realized on ArcGIS 10.5 and the diagnostic of APPs preservation level from headspring, it gave as of generated map of land use and applied the Kappa index. The temporary cultivation (58%), discovered area (16%) and forest (15%) predominated among the land uses classes and vegetal cover. Between the 35 headspring, 23 are excellent in relation to vegetation on around, three very good, three good, three reasonable, one bad, and two terrible, the farming is that who more advanced over at APPs of headspring. The localization and quantification of land uses on headspring is a strong tool on planning and management in these areas.

**Keywords:** Headspring management; Watershed Ponte de Pedra; Land uses

## 1 Introdução

A massiva urbanização e industrialização, e o desenvolvimento das terras para a agricultura, desmatamento e a mineração são exemplos de atividades humanas que têm resultado em mudanças no clima global, deterioração ecológica regional e a degradação da paisagem (Deng & Shangguan, 2016; Pérez-Fernández *et al.*, 2016). A conversão do uso da terra no cultivo agrícola para alimentar o aumento das demandas humanas tem sido um dos maiores modos humanos na modificação do meio ambiente (Luo *et al.*, 2010; Fan & Shibata, 2016). A degradação ambiental por meio dos diferentes usos da terra pode ter um impacto direto na degradação do solo, o qual destrói funções do ecossistema e efeitos hidrológicos, biológicos e ciclos geoquímicos (Pérez-Fernández *et al.*, 2016).

Neste contexto, as atividades humanas como o desmatamento das Áreas de Proteção Permanente no entorno de nascentes e rios para a agricultura, pecuária e mineração podem ter um amplo impacto sobre a qualidade da água. A composição química dos rios pode ser alterada diretamente pela adição de nutrientes e poluentes do solo, mas também indiretamente através das práticas de manutenção da terra que altera a produção primária, as taxas de infiltração, fluxo do curso, erosão das terras superficiais, deposição de sedimentos ou processos biogeoquímicos podem, portanto, ter um efeito prejudicial sobre os ciclos dos nutrientes e qualidade da água, alterando as funções ecológicas dos corpos hídricos (Kilonzo *et al.*, 2014; Maloney & Weller, 2011a, 2011b).

O uso e cobertura do solo, nas florestas ripárias adjacentes aos cursos d'água, estão fortemente correlacionadas com a integridade dos ecossistemas lóticos e com a qualidade da água (Merritt *et al.*, 2010; Sheldon *et al.*, 2012; Souza *et al.*, 2013; Fernandes *et al.*, 2014). Salienta-se que a largura dessas florestas é um dos principais referenciais para políticas de preservação de corpos d'água em todo o mundo.

O mapeamento das Áreas de Preservação Permanente das nascentes é um importante e necessário planejamento territorial, pois as ações

de campo nos âmbitos local, regional e nacional facilitam as fiscalizações ambientais (Hott *et al.*, 2004; Eugenio *et al.*, 2011). A inexistência de demarcação oficial das áreas de APP é um dos fatores que facilitam o descumprimento da legislação levando a ocupação e utilização ilegal (Ribeiro *et al.*, 2005). As geotecnologias têm sido amplamente utilizadas para auxiliar na análise dos usos em áreas protegidas, pois facilitam a gestão dos recursos naturais terrestres por meio do mapeamento e monitoramento (Soares *et al.*, 2011), destacando-se como uma alternativa mais viável e que permite agilizar estes processos (Eugenio *et al.*, 2011).

Considerando os aspectos mencionados e a importância das áreas de nascentes para a proteção dos recursos hídricos, para executar esta pesquisa foi escolhida a sub-bacia córrego Grande tributário da bacia do Ponte de Pedra, importante contribuinte dos rios formadores do Pantanal mato-grossense, e por tratar-se de uma região onde se pratica a agricultura intensiva, possui duas unidades de conservação (Us), há exploração de energia hidroelétrica, turismo, aeroporto, assentamento rural, entre outros usos. Assim, tem-se os seguintes objetivos: i) apresentar informações sobre os diferentes tipos de uso da terra e cobertura vegetal para subsidiar futuras propostas de conservação e restauração da vegetação no entorno das nascentes, e ii) realizar o diagnóstico ambiental quanto ao estado de preservação da vegetação no entorno das nascentes do córrego Grande.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Área de Estudo

A BHPP (Bacia hidrográfica Ponte de Pedra) está localizada ao sul do município de Rondonópolis (Mato Grosso) e abrange os municípios de Pedra Preta, Itiquira, Santo Antônio do Leverger. Possui uma limitação que cobre uma área de aproximadamente 2.174 km<sup>2</sup>, dentro das seguintes coordenadas geográficas: latitude sul 16°37'55", 17°3'48"; longitude oeste 54°46'54", 54°26'35.50"; nas altitudes 200 m – 800 m (Figura 1).

A região da BHPP possui uma declividade de 528 m das nascentes até o ponto exutório sendo ele o rio Vermelho, na Região Hidrográfica do

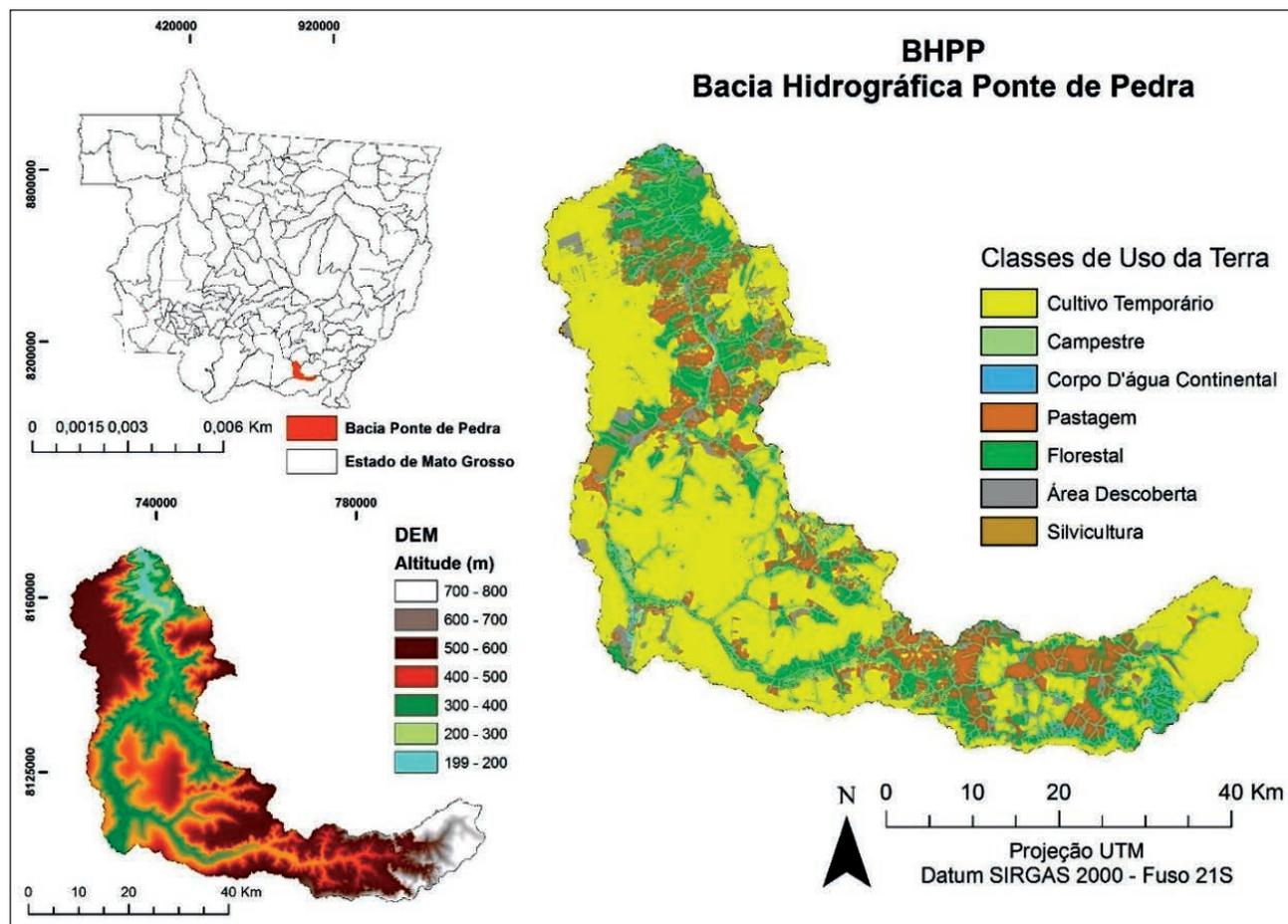


Figura 1 Localização e classes de uso da terra da bacia Ponte de Pedra. Fonte: Imagem LANDSAT 8; dados de Modelo Numérico de Terreno (MNT) do INPE; dados territoriais do IBGE.

Alto Paraguai. O relevo é constituído de terrenos altiplanos, com chapadões levemente ondulados e escarpas abruptas. Os tipos de solos predominantes são Latossolo Vermelho nos altiplanos e o Podzólico Vermelho-Amarelo nas regiões de relevo ondulado (Miranda, 2014).

O clima local é considerado tropical, consistindo em uma temperatura média anual de 25°C, sendo a média das máximas de 32,6°C e a média das mínimas 18,6°C. A precipitação e evapotranspiração anual é de 1416,07mm e 1404,50 mm, respectivamente. As estações seca e chuvosa são bem definidas, em média com totais acumulados variando de 88 a 1321mm. (Sette, 2001; Souza *et al.*, 2013).

A vegetação regional está composta por Cerradão, Cerrados, Formação Savânica associada

a vertentes e Floresta Estacional. Os fragmentos de vegetação presentes na área de estudo são classificados como Mata Ciliar que é considerada semidecídua com composição florística típica e com diferentes graus de caducifolia na estação seca. Os portes podem variar de 20 a 25 metros (SEPLAN, 2011).

As principais classes de uso da terra presentes na bacia Ponte de Pedra são predominantemente cultivo temporário e pastagem. Esse cenário atual é resultado do desmatamento do Cerrado nas regiões de maiores altitudes (400-600m) para expansão da fronteira agropecuária principalmente no cultivo de monoculturas, muitas vezes em áreas que, sob o ponto de vista ambiental, deveriam ser destinadas à preservação. Considerando a matriz da paisagem da área de estudo, a classe cultivo temporário

encontra-se concentrada na porção alta da bacia (Figura 1), região onde está localizada boa parte das nascentes, responsáveis pelo suprimento de água dos cursos d'água no período de estiagem no Cerrado. Os demais tipos de uso da terra são o Florestal, Silvicultura, Área Descoberta, Campestre e Corpo D'água Continental (Figura 1).

## 2.2 Mapeamento do Uso da Terra e Cobertura Vegetal e Levantamento das Nascentes na Sub-bacia Córrego Grande

Para produção do mapa de uso da terra e cobertura vegetal foi adquirido as imagens orbitais/TM *Landsat-8* que consiste em nove bandas multiespectrais com resolução espacial de 30 metros e uma banda 8 pancromática com resolução de 15 metros. A fusão foi empregada por meio de uma banda pancromática de 15 metros de resolução espacial (banda 8) com as outras bandas multiespectrais de 30 metros, a resolução espacial final foi de 15 metros. A imagem foi obtida através de passagens periódicas do satélite *Landsat-8*, com data de passagem no dia 09/01/2017, disponíveis gratuitamente no sítio: <https://earthexplorer.usgs.gov> (Science For a Changing World - USGS).

A imagem orbital/TM *Landsat-8* foi georreferenciada no Sistema de Coordenadas Geográficas Datum SIRGAS 2000, onde se optou por utilizar a composição colorida falsa-cor RGB das bandas: 6, 5, 4 para a realização da classificação supervisionada. Os processos de fusão das imagens *Landsat-8*, rescale em *Batch* e composição colorida RGB foram realizados no *software* ArcGIS 10.5.

Para a classificação dos tipos de uso da terra e cobertura vegetal foi utilizada uma chave de classificação baseada no Manual Técnico de Uso do Solo do IBGE (2013), em seu nível categórico II, com as seguintes classes para os tipos de uso da terra: pastagens (área destinada ao pastoreio do gado), culturas temporárias (cultivo de plantas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano) silvicultura (atividades ligada a ações de composição, trato e cultivo de povoamentos florestais), áreas descobertas (referem-se às áreas com vegetação esparsa ou sem vegetação),

águas continentais (todo corpo d'água e todas as atividades realizadas em corpo d'água continental como turismo e pesca). Para cobertura vegetal foram empregadas as seguintes classes: formações florestais (espécies arbóreas e formação de dossel como Mata Ciliar, Cerrado Sentido Restrito e Mata de Galeria), formações campestres (Campo Sujo, Campo Rupestre, Vereda e o Campo Limpo).

Para a classificação e edição dos diferentes tipos de uso da terra e cobertura vegetal da sub-bacia hidrográfica córrego Grande foi utilizado respectivamente o classificador supervisionado máxima verossimilhança (MAXVER) no SIG *ArcGIS* 10.5 e o *software* *Google Earth Pro* 7.1. Após o uso do classificador supervisionado, o outro passo consiste em passar um filtro majoritário para limpar artefatos e pixels isolados que prejudicam a visualização da imagem.

No total foram coletados 22 pontos amostrais para realização de verdade de campo, com auxílio do GPS Garmin GPSMAP- 62, mapa da área, um altímetro da marca Oregon e uma câmera fotográfica digital Nikon D3000 para o registro fotográfico.

A metodologia para a confecção da imagem apresentou-se em três etapas: o pré-processamento, o processamento e o pós-processamento. A metodologia geral está sintetizada no fluxograma da Figura 2.

O resultado desse processo foi um mapa de uso da terra e cobertura vegetal o qual foi usado posteriormente para subsidiar as análises de conflitos de usos nas Áreas de Preservação Permanente no entorno das nascentes.

O levantamento das nascentes se deu com a utilização da rede de drenagem da sub-bacia córrego Grande a qual foi confeccionada no *software* *ArcGIS* 10.5 por meio de uma imagem de Modelo Numérico de Terreno (MNT) de 30 metros recolhida no site do INPE e posteriormente realizada uma correção no *Google Earth Pro*. A rede de drenagem foi usada para verificação da existência de possíveis nascentes, considerando o conceito de Christofolletti (1980) que considera a nascente como o lugar onde tem início o canal de toda a rede de drenagem. Dessa forma,

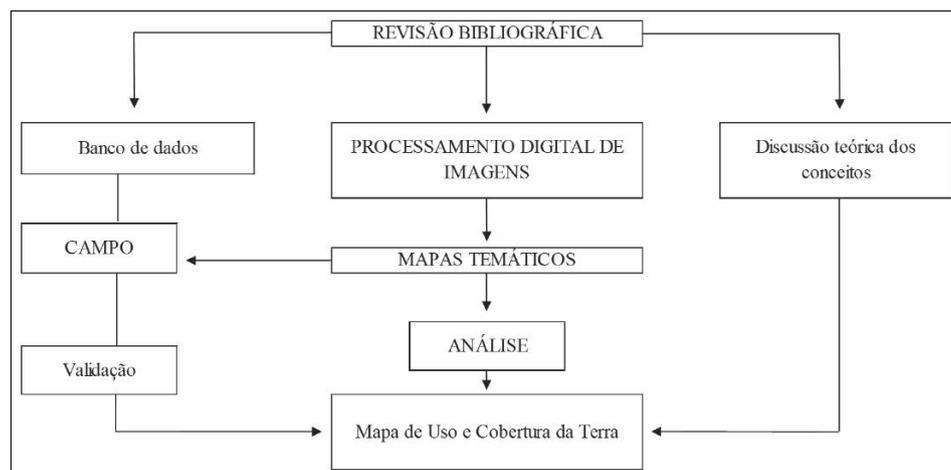


Figura 2 Fluxograma da metodologia aplicada na produção de imagens temáticas do uso da terra e cobertura vegetal.

obteve-se dados preliminares que subsidiaram o levantamento a campo para a confirmação da existência das mesmas.

### 2.3 Classificações do Grau de Preservação das Áreas de Preservação Permanente (APPS), das Nascentes do Córrego Grande

Utilizando ferramentas de sensoriamento remoto, a classificação da Área de Preservação Permanente das nascentes foi realizada por meio da produção de buffers no software ArcGIS 10.5, obedecendo o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/12), o qual preconiza que devem ser preservados 50m de vegetação natural em volta das nascentes consideradas como Área de Preservação Permanente (APP).

Na sequência, a partir dos buffers pré-elaborados foi realizado o recorte do mapa de uso da terra e cobertura vegetal da sub-bacia córrego Grande (Figura 3). Os dados obtidos foram exportados para o software Excel onde os buffers foram calculados e realizada a avaliação do estado de preservação das nascentes a partir da intervenção antrópica permitindo calcular em hectare e percentual a área de cada classe de uso da terra e cobertura vegetal.

A estatística Kappa é um método satisfatório na avaliação da precisão de uma classificação temática, pois leva em consideração toda a matriz de confusão no seu cálculo. Este índice é uma medida da diferença entre a concordância dos dados de referência e a classificação automática e

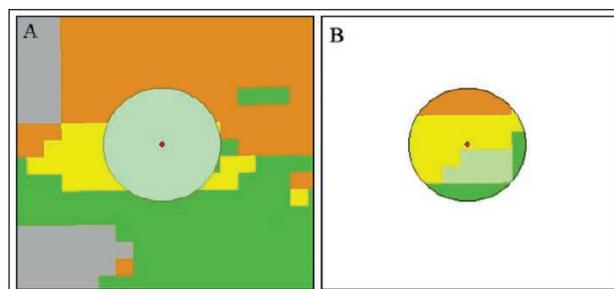


Figura 3 A: buffer de 50m no entorno da nascente para recorte do mapa de uso da terra e cobertura vegetal; B: buffer com o recorte dos usos da terra e cobertura vegetal no entorno da nascente.

a probabilidade de concordância entre os dados de referência e a classificação aleatória (Santos *et al.*, 2010; Congalton & Green, 1998a, 1998b).

O índice Kappa é obtido mediante a aplicação da seguinte fórmula (Lillesand & Kiefer, 2001a, 2001b):

$$K = \frac{n \left( \sum_{i=1}^c x_{ii} \right) - E_{i=1}^c (x_{i+} x_{+i})}{n^2 - \sum_{i=1}^c (x_{i+} x_{+i})} \quad (1)$$

Onde: K = coeficiente Kappa de concordância; n = número total de pixels amostrados;  $x_{ii}$  = número de pixels da i-ésima classe classificados corretamente; c = número total de classes;  $x_{i+}$  = número de pixels selecionados (amostras) para comporem a i-ésima classe (linha); e  $x_{+i}$  = número de pixels classificados como pertencentes à i-ésima classe (total da coluna).

Para a classificação do estado de preservação da vegetação, adotou-se classes que estabelecem o grau de qualidade da vegetação nas Áreas de Preservação Permanente, utilizando para tanto os valores obtidos pela somatória do índice Kappa (Tabela 1). As classes foram divididas em 6, da seguinte maneira: Excelente, Muito Boa, Boa, Razoável, Ruim, Péssima.

Nível de Qualidade	Índice Kappa (%) Conforme Preservação da APP das Nascentes
Excelente	0,81 a 1,00
Muito Boa	0,61 a 0,80
Boa	0,41 a 0,60
Razoável	0,21 a 0,40
Ruim	0,01 a 0,20
Péssima	0,00

Tabela 1 Classificação do nível de qualidade da vegetação no entorno das nascentes de acordo com índice Kappa.

### 3 Resultados e Discussão

#### 3.1 Mapeamento do Uso da Terra e Cobertura Vegetal e Levantamento das Nascentes na Sub-bacia Córrego Grande

As principais classes de uso da terra e cobertura vegetal mapeadas foram cultivo temporário com 5.046 hectares (58%), campestre com 43 hectares (0,5%), pastagem com 956 hectares (11%), florestal com 1.296 hectares (15%), e área descoberta com 1.381 hectares (16%), corpo d'água continental com 23 hectares (0,2%) (Figura 4).

A sub-bacia córrego Grande apresentou predominantemente área para cultivo temporário (58%), assim como foi visualizado na bacia Ponte de Pedra. Outra classe que se destacou (16%) foi a classe área descoberta. Esse fato se deve às áreas de cultivo de monocultura que estavam com o solo exposto. As classes de cultivo temporário, área descoberta

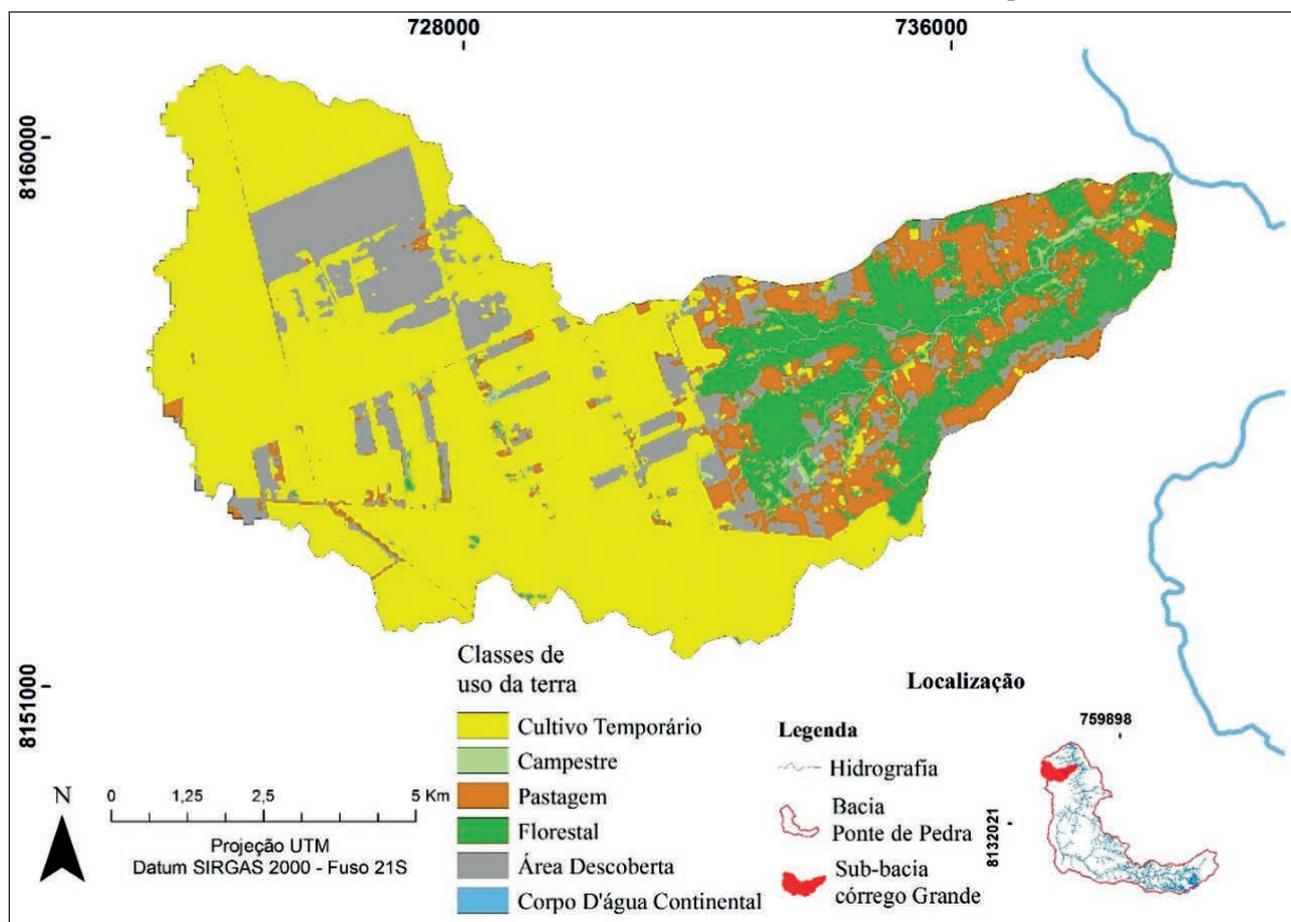


Figura 4 Mapa classificação do uso da terra e cobertura vegetal na sub-bacia córrego Grande pertencente a bacia do Ponte de Pedra.

e pastagem demonstraram que existe uma ampla ocorrência de agropecuária na região, implicando nos maiores índices de antropização na paisagem da bacia, o que corrobora com a pesquisa desenvolvida por Silva *et al.* (2010) que identificaram a abertura de novas áreas para pastagens ou culturas agrícolas no estado de Mato Grosso.

O processo de antropização encontra-se distribuído ao longo de toda a bacia do córrego Grande, sua ocupação acentua-se à medida que a expansão da atividade agropecuária é difundida. Segundo Fietz *et al.* (2008) a vegetação natural pertencente ao bioma Cerrado, tem sido suprimida gradualmente e substituída por gramíneas exóticas para formação das pastagens necessárias ao desenvolvimento da agropecuária, especialmente pelas atividades de criação de gado de corte e leiteiro e, nos últimos anos, pelo monocultivo de soja, milho e cana-de-açúcar. O cultivo da cana-de-açúcar também está altamente adaptado às condições edafoclimáticas do estado de Mato Grosso (Toledo *et al.*, 2011).

Os resultados demonstraram que 85% da área total da bacia se encontra com níveis de pressão sobre os seus recursos naturais, pois deste total os usos são relativos a pastagem, área descoberta (solo exposto) e cultivo temporário, e somente 15,5% permanece coberta por floresta ou formação campestre (Figura 4). Fato este que pode ser fortemente influenciado pelo Novo Código Florestal que, de acordo com Almeida & Vieira (2014a, 2014b), remete a uma situação crítica quanto à manutenção das matas ciliares por dar legitimidade às perdas de biodiversidade e de recursos hídricos a partir das mudanças estabelecidas nas regras de recomposição, ainda nesse sentido, Soares Filho *et al.* (2014) estimam que com o Novo Código Florestal o passivo ambiental passou a ser de 23 milhões de hectares sendo que desse valor 22% é de APP das margens de rios e 78% de Reserva Legal.

Foi observado uma predominância de áreas de monocultura em toda a sub-bacia córrego Grande e pastagem com uma concentração maior nas partes mais baixas da bacia. Nas partes mais íngremes da bacia, onde coincide com as nascentes, verifica-se a falta de preocupação dos agricultores na manutenção

das faixas de vegetação natural ao longo da rede de drenagem, em atendimento à legislação ambiental brasileira que atribui como sendo Áreas de Preservação Permanente (APP). Segundo Moran (2006) a pecuária é uma das principais categorias de atividades que causam desmatamento na Amazônia Legal. Para Micol *et al.* (2008) a supressão do Cerrado, em áreas voltadas ao agronegócio, ocorre na mesma medida em que há conversão de áreas de pastagens em campos agrícolas no centro-norte do estado de Mato Grosso.

Adicionalmente, na Figura 5 encontram-se os valores em percentuais para as diferentes classes de uso da terra e cobertura vegetal.

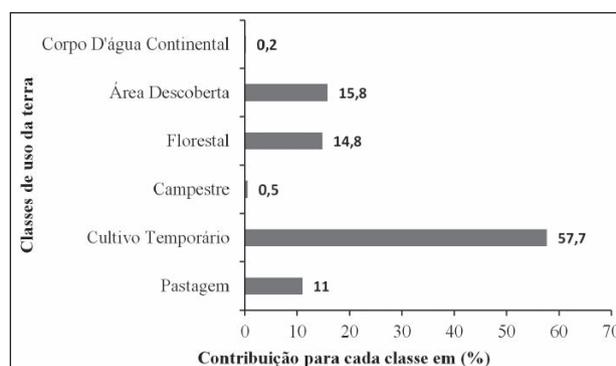


Figura 5 Relação em (%) entre os diferentes tipos de uso da terra e cobertura vegetal levantados na sub-bacia hidrográfica córrego Grande.

### 3.2 Classificações do Grau de Preservação das Áreas de Preservação Permanente (APP) nas Nascentes do Córrego Grande

Foi confirmada a existência de 35 nascentes por meio da verdade de campo realizada no local (Figura 6). Estas nascentes estavam presentes na região mais baixa da bacia onde há maior concentração de vegetação preservada próximo ao corpo hídrico principal. Das 35 nascentes avaliadas, 23 foram classificadas como excelentes em relação à vegetação no seu entorno (Tabela 2). Desta forma, mais da metade das nascentes estão com um ótimo grau de vegetação natural preservada, pois o nível de qualidade excelente representou 65,71% das nascentes.

Os resultados demonstraram que mesmo com a ampla expansão agropecuária em áreas de

### Qualidade da Cobertura Vegetal em Áreas de Preservação Permanente de Nascentes

Dhonatan Diego Pessi; Patrícia Karina Barbosa Ereio; Gustavo Benedito Medeiros Alves; Aleksandra Pazza Martarello & Simoni Maria Loverde-Oliveira

Nível de Qualidade	Quantidade de Nascentes	Quantidade em %
Excelente	23	65,71
Muito Boa	3	8,57
Boa	3	8,57
Razoável	3	8,57
Ruim	1	2,86
Péssima	2	5,71

Tabela 2 Classificação das nascentes em classes de preservação segundo a estatística Kappa.

Área de Preservação Permanente, na maioria dos casos, devido ao descumprimento com a legislação, quase  $\frac{3}{4}$  da Área de Preservação Permanente das nascentes da sub-bacia córrego Grande encontram-se em um estado de preservação natural, com a cobertura vegetal nativa. Na Figura 6 as nascentes estão especializadas de acordo com o seu nível de qualidade.

As 35 nascentes somaram juntas uma área total de 26,86 hectares. O principal uso da terra no seu entorno foi a pastagem representando uma área de 3,28 hectares cerca de 12,21% da área total, seguido do cultivo temporário com uma área de 2,21 hectares cerca de 8,23%. A cobertura vegetal natural florestal e campestre apresentou uma área total de 20,32 hectares com cerca de 75,65% (Tabela 3).

O elevado uso da pastagem na sub-bacia córrego Grande é resultado da prática por pequenos produtores assentados onde a maioria cria gado em regiões próximas ou até mesmo dentro das APPs. O elevado percentual de pasto nas Áreas de Preservação Permanente da sub-bacia córrego Grande está negativamente relacionada com a largura das florestas ciliares, e também com indicadores de estrutura da floresta. Isto sugere

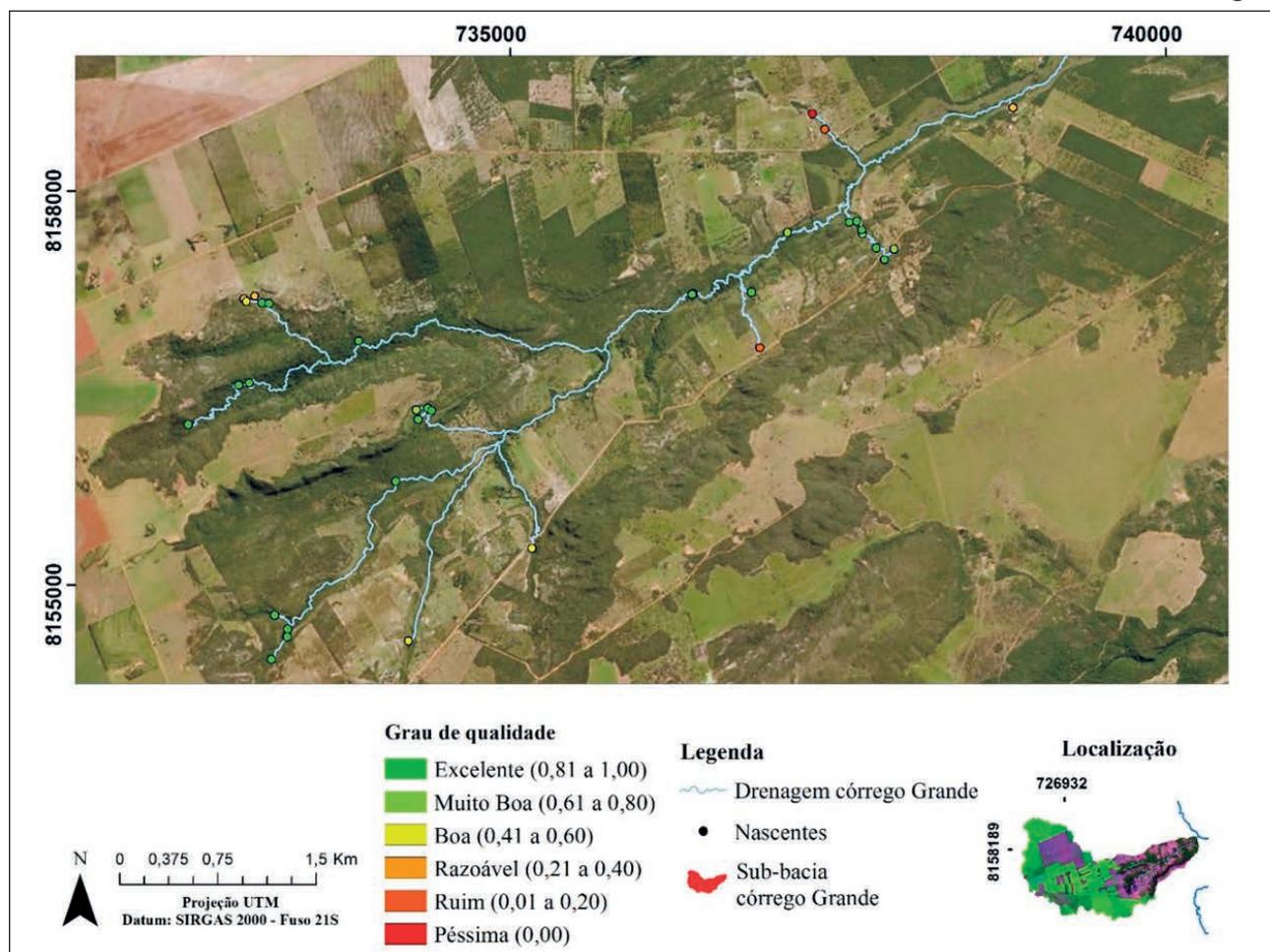


Figura 6 Mapa de espacialização das nascentes de acordo com o grau de qualidade na sub-bacia córrego Grande. Fonte: Imagem Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN.

Classes de Uso da Terra	Área em Hectare	Área em %
Florestal	18,79	69,96
Campestre	1,53	5,70
Cultivo temporário	2,21	8,23
Área descoberta	1,05	3,91
Pastagem	3,28	12,21
<b>Total</b>	<b>26,86</b>	<b>100,00</b>

Tabela 3 Representação em hectare e % das classes de uso da terra e cobertura vegetal no entorno das nascentes da sub-bacia Córrego Grande.

que, na região estudada, os rios que ocorreram em áreas com pouca ou nenhuma floresta ciliar estavam localizados predominantemente em área de pastagens caracterizando 12,21% do total.

Atividades pecuárias são importantes condutores de degradação de zonas ripárias em regiões tropicais devido ao desmatamento e ao acesso do gado à água (Neill *et al.*, 2001), com fortes efeitos nas comunidades aquáticas e na própria estrutura dos córregos e riachos (Lorion & Kennedy, 2009a, 2009b). O desmatamento para o estabelecimento de pasto pode chegar até a beira dos riachos, muitas vezes com maiores efeitos de desmatamento em pequenas propriedades que em grandes propriedades (Michalski *et al.*, 2010). De fato, Wyman & Stein (2010a, 2010b) verificaram que a pecuária foi o principal condutor do desmatamento e degradação das florestas ripárias, encontrando maior probabilidade de desmatamento em áreas mais próximas ao rio. Segundo estes autores, as diferentes práticas agrícolas (pecuária, culturas anuais, culturas perenes) tem demonstrado efeitos distintos na relação entre o uso e cobertura da terra e nas características das zonas ripárias.

Das 35 nascentes levantadas, 12 apresentaram fragmentos de pastagem dentro dos limites da Área de Preservação Permanente, o que indica que há na bacia um alto grau de antropização nas áreas próximas de nascentes e riachos. Estudos evidenciam que a retirada das APPs para pastagem e cultivo de monoculturas exerce impacto direto na qualidade da água dos afluentes de bacias hidrográficas, a qualidade tende a cair no período chuvoso. Lima *et al.* (2015), explica que ao redor

das nascentes, principalmente no período chuvoso, deságuam produtos químicos e fertilizantes utilizados na pastagem, contribuindo fortemente para a degradação da qualidade da água. Ainda neste sentido, para Souza *et al.* (2012), a retirada total da cobertura natural do solo nas APPs, e as áreas recém-plantadas, expõem o solo às intempéries, e imprime aos recursos hídricos uma carga de defensivos e corretivos agrícolas, propiciando um desequilíbrio na qualidade dos recursos hídricos, especialmente nos períodos chuvosos.

A perda da mata ripária faz com que favoreça processos erosivos afetando o escoamento superficial e subsuperficial das águas (Almeida & Vieira, 2014a, 2014b), causa modificações na complexidade estrutural do ecossistema, reduz as características estruturais das drenagens (Paula *et al.*, 2011). Nesse mesmo sentido, Fernandes *et al.* (2014) verificaram que, num grande fragmento de floresta ripária, o descritor multivariado da estrutura da floresta que separava trechos com alta densidade e baixa área basal daqueles com baixa densidade e alta área basal, também influenciava as concentrações de nutrientes no riacho. A densidade de árvores é um importante componente da estrutura das florestas, que por sua vez pode influenciar os ciclos hidrológicos e o deslocamento de nutrientes para os riachos de uma microbacia (Dosskey *et al.*, 2010; Souza *et al.*, 2013).

As nascentes estudadas representaram um gradiente de diferentes usos da terra principalmente por atividades rurais que causam estresse ambiental. De fato, os resultados dos níveis de qualidade ambiental das nascentes da sub-bacia córrego Grande, sugerem que existe um avanço da agropecuária nas áreas de preservação das nascentes causando alterações ambientais e afetando as comunidades biológicas, os recursos hídricos e também os aspectos hidrogeomorfológicos.

#### 4 Conclusões

Por meio dos resultados desse trabalho é possível conjecturar que a sub-bacia córrego Grande está sob pressão antrópica nos diferentes usos da terra. A expansão agropecuária é um dos principais

problemas visualizados sendo que a pastagem é o uso que mais avança sobre as Áreas de Preservação Permanente das nascentes desta sub-bacia. Tal expansão, sem adequado gerenciamento dos recursos hídricos, tem resultado em impactos negativos nos corpos d'água.

A localização e quantificação dos usos da terra nas Áreas de Preservação Permanente das nascentes é uma forte ferramenta a ser utilizada no planejamento e manejo dessas áreas, de maneira que as mesmas sejam respeitadas garantindo a preservação das APPs e dos recursos hídricos, visto que são amparadas por lei ambiental.

## 5 Referências

- Almeida, A.S & Vieira, I.C.G. 2014. Conflitos no uso da terra em Áreas de Preservação Permanente em um polo de produção de biodiesel no Estado do Pará. *Revista Ambiente e Água*, 9(3): 476-487.
- BRASIL. Decreto nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Estabelece o Novo Código Florestal. Presidência da República - Casa Civil. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 out. 2012. Seção 1, p.82.
- Congalton, R.G. & Green, K. 1998. *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. New York, CRC Press. 160 p.
- Christofoletti, A. 1980. *Geomorfologia*. São Paulo, Edgard Blucher. 185 p.
- Deng, L. & Shanguan, Z.P. 2016. Afforestation drives soil carbon and nitrogen changes in China. *Land Degradation & Development*, 28(1): 151-165.
- Dosskey, M.G.; Vidon, P.; Gurwick, N.P.; Allan, C.J.; Duval, T.P. & Lowrance, R. 2010. The role of riparian vegetation in protecting and improving chemical water quality in streams. *Journal of the American Water Resources Association*, 46(2): 261-277.
- ESRI - ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. 2016. *ArcGIS Desktop Help 10.5 Geostatistical Analyst*.
- Eugenio, F.C.; Santos, A.R.; Louzada, F.L.R.O.; Pimentel, L.B. & Moulin, J.V. 2011. Identificação de áreas de preservação permanente no município de Alegre utilizando geotecnologia. *Cerne*, 17(4): 563-571.
- Fan, M. & Shibata, H. 2016. Water yield, nitrogen and sediment retentions in northern Japan (Teshio river watershed): land use change scenarios analysis. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 21(1), 119-133.
- Fernandes, J.F.; Souza, A.L.T. & Tanaka, M.O. 2014. Can the structure of a riparian forest remnant influence stream water quality? A tropical case study. *Hydrobiologia*, 724(1): 175-185.
- Fietz, C.R.; Comunello, E.; Cremon, C. & Dallacort, R. 2008. *Estimativa da precipitação provável para o Estado de Mato Grosso*. Dourados, Embrapa Agropecuária Oeste. 239 p.
- USGS – United States Geological Survey. 2017. Image of the Landsat 8 satellite, OLI sensor. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov>>. Acesso em: 09/01/2017.
- Hott, M.C.; Guimarães, M. & Miranda, E.E. 2004. *Método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo, com base em geoprocessamento*. Campinas, Embrapa Monitoramento por Satélite. 31 p.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2013. *Manual Técnico de Uso da Terra*. Rio de Janeiro. 166 p.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2017b. *TOPODATA: Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil*. Disponível em: <<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>>. Acesso em: 12/01/2017.
- Kilonzo, F.; Masese, F.O.; Van Griensven, A.; Bauwens, W.; Obando, J. & Lens P.N.L. 2014. Spatial-temporal variability in water quality and macro-invertebrate assemblages in the Upper Mara River basin, Kenya. *The Journal of Physical Chemistry*, 67: 93-104.
- Lillesand, T.M. & Kiefer, R.W. 2001. *Remote sensing and image interpretation*. New York, John Wiley & Sons. 724 p.
- Lima, C.R.N.; Zeilhofer, P.; Dores, E. & Cruz, I.F. 2015. Variabilidade espacial da qualidade de água em escala de bacias - Rio Cuiabá e São Lourenço, Mato Grosso. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 20(1) 169 -178.
- Lorion, C.M. & Kennedy, B.P. 2009. Relationships between deforestation, riparian forest buffers and benthic macro invertebrates in neotropical headwater streams. *Freshwater Biology*, 54(1) 165-180.
- Luo, G.P.; Yin, C.Y.; Chen, X.; Xu, W.Q. & Lu, L. 2010. Combining system dynamic model and CLUE-S model to improve land use scenario analyses at regional scale: a case study of Sangong watershed in Xinjiang, China. *Ecology Complex*, 7: 198-207.
- Maloney, K.O. & Weller, D.E. 2011. Anthropogenic disturbance and streams: land use and land-use change affect stream ecosystems via multiple pathways. *Freshwater Biology*, 56: 611-626.
- Miranda, R.B.; Estigoni, M.V. & Mauad, F.F. 2014. A influência do assoreamento nos reservatórios de centrais hidrelétricas. In: POLETO, C. (Org.). *Sedimentologia Fluvial: Estudos e Técnicas*. ABRH, p. 143-178.
- Michalski, F.; Metzger, J.P. & Peres, C.A. 2010. Rural property size drives patterns of upland and riparian forest retention in a tropical deforestation frontier. *Global Environmental Change*, 20(4): 705-712.
- Micol, L.; Andrade, J. & Börner, J. 2008. *Redução das Emissões do Desmatamento e da Degradação Florestal (REDD): potencial de aplicação em Mato Grosso*. Alta Floresta, ICV. 92 p.
- Merritt, D.M.; Scott, M.L.; Leroy, P.O.F.F.; Auble, G.T. & Lytle, D.A. 2010. Theory, methods and tools for determining environmental flows for riparian vegetation: riparian vegetation-flow response guilds. *Freshwater Biology*, 55(1) 206-225.
- Moran, E.F. 2006. Human strategies for coping with El Niño related drought in Amazônia. *Climatic Change*, 77(1): 343-361.
- Neill, C.; Deegan, L.A.; Thomas, S.M. & Cerri, C.C. 2001. Deforestation for pasture alters nitrogen and phosphorus

- in small Amazonian streams. *Ecological Applications*, 11(6): 1817-1828.
- Paula, F.R.; Ferraz, S.F.B.; Gerhard, P.; Vettorazzi, C.A. & Ferreira, A. 2011. Large woody debris input and its influence on channel structure in agricultural lands of Southeast Brazil. *Environmental Management*, 48(1): 750-763.
- Pérez-Fernández, M.A.; Calvo-Magro, E. & Valentine, A. 2016. Benefits of the symbiotic association of shrubby legumes for the rehabilitation of degraded soils under Mediterranean climatic conditions. *Land Degradation & Development*, 27(2): 395-405.
- Ribeiro, C.A.A.S.; Soares, V.P.; Oliveira, M.A.S. & Gleriani, J.M. 2005. O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. *Revista Árvore*, 29(2): 203-212.
- Santos, A.R.; Peluzio, T.M.O. & Saito, N.S. 2010. *Spring 5.1.2 passo a passo: aplicações práticas*. Alegre, CAUFES. 153 p.
- Sheldon, F.; Peterson, E.E.; Boone, E.L.; Sippel, S.; Bunn, S.E. & Harch, B.D. 2012. Identifying the spatial scale of land use that most strongly influences overall river ecosystem health score. *Ecological Applications*, 22(8): 2188-2203.
- Silva, G.B.; Formaggio, A.R. & Shimabukuro, Y.E. 2010. Áreas alteradas em função de atividades antrópicas no bioma Cerrado localizado no Estado do Mato Grosso (MT), até o ano de 2001: uma abordagem espaço-temporal. *Revista Brasileira de Cartografia*, 62(1): 363-371.
- SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO. 2011. *Atlas de Mato Grosso*. Cuiabá. 96 p.
- Sette, D.M. & Tarifa, J.R. 2001. Clima e ambiente urbano tropical: o caso de Rondonópolis-MT. *Revista INTERGEO*, 1: 26-35.
- Souza, A.L.T.; Fonseca, D.G.; Libório, R.A. & Tanaka, M.O. 2013. Influence of riparian vegetation and forest structure on the water quality of rural low-order streams in SE Brazil. *Forest Ecology and Management*, 298: 12-18.
- Souza, S.R.; Maciel, M.N.M.; Oliveira, F.A & Jesuíno, S.A. 2012. Caracterização do conflito de uso e ocupação do solo nas áreas de preservação permanente do rio Apeú, Nordeste do Pará. *Floresta*, 42(4): 701-710.
- Souza, A.P.; Mota, L.L.; Zamadei, T.; Martim, C.C.; Almeida, F.T. & Paulino, J. 2013. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no Estado de Mato Grosso. *Nativa*, 1(1): 34-43.
- Soares, V.P.; Moreira, A.A.; Ribeiro, C.A.A.S. & Gleriani, J.M. 2011. Mapeamento das áreas de preservação permanente e dos fragmentos florestais naturais como subsídio à averbação de Reserva Legal em imóveis rurais. *Cerne*, 17(4): 555-561.
- Soares-Filho, B.S.; Rajão, R.; Macedo, M.; Carneiro, A.; Costa, W.L.S.; Coe, M.; Hermann, R. & Alencar, A. 2014. Cracking Brazil's Forest Code. *Science*, 344: 363-364.
- Toledo, A.M.A.; Sperotto, F.C.S.; Fontenelli, J.V.; Koetz, M. & Silveira, M.H.D. 2011. Determinação da aptidão edafoclimática da cana-de-açúcar no pólo regional de Rondonópolis-MT. *Enciclopédia Biosfera*, 7: 381-399.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY – USGS. Earth explorer. 2017. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov>>. Acesso em: 21 fev. 2017.
- Wyman, M.S. & Stein, T.V. 2010. Modeling social and land-use/land-cover change data to assess drivers of smallholder deforestation in Belize. *Applied Geography*, 30(3): 329-342.