Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe

Uso e ocupação do solo por meio de uma série histórica na bacia do rio Santa Teresa em Goiás

Pedro Paulino Borges, Patrick Thomaz de Aquino Martins, Anamaria Achtschin Ferreira

Universidade Estadual de Goiás. Autor correspondente: E-mail: pedropaulinoborges_@hotmail.com

Artigo recebido em 26/12/2015 e aceito em 30/01/2016

RESUMO

O uso e ocupação do solo de forma desordenada leva a degradação ambiental e perda de recursos. Este cenário tem sido observado para o Cerrado. A vegetação do bioma tem sido intensamente convertida ao longo do tempo para diversos fins. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso e cobertura do solo através de uma série histórica na bacia do rio Santa Teresa, estado de Goiás. Foram obtidas imagens dos satélites Landsat 5 e 8 para os anos de 1985, 1997 e 2013. As imagens foram processadas usando o programa ENVI 4.7 e ArcGIS 10.0. De 1985 até 2013 houve uma redução de 17,22% da vegetação natural, que tem sido convertida principalmente em áreas de pastagem para a criação de gado. Além disso, áreas com solo exposto também tem aumentado, reflexo, principalmente, das atividades agropecuárias. A bacia do rio Santa Teresa tem uma grande área de vegetação remanescente (70,37% da área da bacia em 2013), entretanto, ressaltamos a necessidade de esforços da comunidade científica para inventariar os recursos naturais, pois a bacia carece de estudos científicos, e, com isso, buscar maneiras de conservar o que resta antes que seja degradado.

Palavras-chave: Cerrado, Conservação, Geoprocessamento.

Use and occupation of the soil through a historical series in the Santa Teresa river watershed in Goiás

ABSTRACT

The use and occupation of soil in a disorganized way leads to environmental degradation and loss of resources. This scenario has been observed for the Cerrado. The vegetation biome has been extensively converted over time for various purposes. The study aimed to evaluate the use of land through a historical series in Santa Teresa river watershed in Goiás state. Satellite images Landsat 5 and 8 for the years 1985, 1997 and 2013 were obtained. Images were processed using ENVI 4.7 and ArcGIS 10.0. From 1985 until 2013 there was a reduction of 17.22% of the natural vegetation which has been converted mainly grazing areas for cattle breeding. In addition, areas with exposed soil has also increased, mainly reflecting the livestock activities. The watershed of the river Santa Teresa has a large remaining green area (70.37% of the watershed area in 2013), however, we emphasize the need for efforts of the scientific community to inventory the natural resources because the watershed lacks scientific studies and thus find ways to conserve, before it is degraded.

Keywords: Cerrado, Conservation, Geoprocessing.

Introdução

As atividades humanas desenvolvidas com grande intensidade em todo o planeta terra afetam os recursos naturais de forma negativa, o que ocasiona a sua diminuição (Foley et al., 2005, Liu et al., 2011). Tal fato ocorre devido, principalmente, às alterações ambientais da paisagem ao redor das bacias hidrográficas que leva à degradação ambiental e à diminuição do número de espécies (Leadley et al., 2010). Desse modo, é necessária a contínua avaliação da cobertura do solo para compreender a evolução da

conversão da vegetação natural ao longo do tempo e como os recursos naturais são afetados, tal processo de degradação ambiental pode ser observado através de estudos de séries temporais (Pinheiro e Dourgan, 2009).

O Brasil é um país com elevada diversidade de recursos naturais e é considerado megadiverso (Rodrigues, 2005). Além disso, possui dois *hotspots* (Cerrado e a Mata Atlântica), que são áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade (Myers et al., 2000). Realizar pesquisas nas bacias hidrográficas brasileiras é muito importante para o conhecimento e

manutenção da sua elevada diversidade (Agostinho et al., 2005) e também para a manutenção dos recursos hídricos (Tucci et al., 2001), pois a água doce está cada vez mais escassa, principalmente por causa das atividades humanas, que muitas vezes a torna imprópria para o consumo (Silva et al. 2006, Tucci et al., 2001).

No Cerrado, que é o segundo bioma com maior extensão em área no Brasil (Oliveira e Marquis, 2002, Mascarenhas, 2009), as mudanças da cobertura do solo tem ocorrido de maneira muito intensa (Brannstrom et al. 2008). Ao longo das últimas décadas o Cerrado já perdeu mais da metade da sua área de vegetação natural (Klink e Machado, 2005, Marris, 2005), e apesar da intensa degradação ambiental, as mudanças na paisagem ainda continuam aceleradas, principalmente devido à expansão de áreas agrícolas e pastagem que acarretam grandes impactos nos ecossistemas, levando, por exemplo, a perda de recursos naturais das bacias hidrográficas (Klink e Machado, 2005).

Bacia hidrográfica pode ser definida como uma unidade de gestão de uma determinada paisagem em uma área geográfica qualquer, que compreende a área drenada pelo corpo de água que é o mais importante e também pelos seus tributários. Destaca-se, ainda, pelo fato de ser a unidade na qual se tem as melhores maneiras de realizar estudos relacionados ao uso da água e dos fluxos de matéria e energia do ambiente (Pires et al., 2002). Além disso, estudos de qualidade de água consideram alterações de uso do solo em um contexto de bacia, uma vez que é a unidade territorial mais indicada para a gestão dos corpos hídricos (Reis e Filho, 2006).

Com o avanço de técnicas de geoprocessamento e o uso de ferramentas computacionais, é possível realizar um monitoramento efetivo e dizer como é o uso do solo nas bacias hidrográficas dos biomas (Mascarenhas et al., 2009). Nos últimos anos, os estudos de uso e cobertura do solo por meio de sensoriamento remoto têm sido facilitados pelo fato de, cada vez mais, estarem surgindo

softwares que podem ser usados para o mapeamento dos recursos naturais (Brito e Prudente, 2005). Ferramentas de geoprocessamento, como o Sistema de Informação Geográfica (SIG), podem ser usadas para auxiliar no manejo e recuperação dos ambientes em escala de bacia (Reis e Filho, 2006).

Estudos de séries históricas associados às ferramentas computacionais permitem observar o quão rápido são as mudanças na cobertura do solo e quais as suas implicações para o ambiente em termos de perda de recursos e, desse modo, pode-se buscar maneiras de minimizar os impactos, pois, a partir da detecção das mudanças na cobertura pelo mapeamento é gerado conhecimento para a proposição de políticas públicas de um determinado local (Brito e Prudente, 2005).

Desse modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a dinâmica da cobertura e uso do solo na bacia do rio Santa Teresa, por meio de uma série histórica de 28 anos (1985, 1997 e 2013). Especificamente, buscou-se, i) determinar a hipsometria e a declividade da bacia hidrográfica, ii) avaliar a porcentagem de vegetação remanescente, pastagem, queimada, solo exposto e água, e iii) apontar as principais mudanças na cobertura da vegetação e uso do solo ao longo dos anos, destacando as suas implicações e a necessidade de conservação da bacia.

Material e métodos

Área de estudo e obtenção das imagens

A área de estudo se encontra na região norte do estado de Goiás, na bacia do rio Santa Teresa (Figura 1). Este rio nasce em Goiás e é o principal corpo de água dentro da bacia. Destaca-se ainda por ser um dos principais afluentes do rio Tocantins (Latrubesse e Carvalho, 2006, Ferreira e Torkaski, 2007). A área da bacia em Goiás é de aproximadamente 6.153,12 km². A presença antrópica nessa bacia é pequena, uma vez que envolve poucos municípios, que apresentam baixa demografia (IBGE, 2012).

Figura 1- Mapa da bacia do rio Santa Teresa.

Foram utilizadas imagens de 30m de resolução espacial dos satélites Landsat 5 e 8, para os anos de 1985, 1997 e 2013. Para cada um dos anos foram obtidas duas cenas da órbita 222, pontos 69 e 70, as quais cobrem toda a área da bacia. As imagens do satélite Landsat 5 foram obtidas através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>, acesso em março de 2014) e as do Landsat 8 foram obtidas do site do USGS (*United States Geological Survey*) (Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>, acesso em março de 2014). O período de imageamento das imagens compreendeu os meses de julho a setembro.

Para a obtenção dos limites da bacia, do mapa hipsométrico e de declividade, foram obtidas imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), a partir do site do ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>, acesso em: Abril de 2014) (Miranda, 2005). Foram necessárias duas cenas (SD-22-X-B e SD-22-X-D) para o recobrimento de toda a área da bacia.

Análise das imagens

Para a análise da cobertura da vegetação e uso do solo na bacia foram utilizadas as bandas 3, 4 e 5, do satélite Landsat 5, para os anos de 1985 e 1997 e as bandas 4, 5 e 6, do satélite Landsat 8, correspondente ao ano de 2013. O datum utilizado em todas as etapas foi o WGS 1984.

Após a obtenção das cenas, realizou-se o pré-processamento das mesmas. Inicialmente, foram feitas as correções geométricas das imagens do satélite Landsat 5, utilizando como base as imagens do Landsat 8, disponibilizadas ortorreferenciadas. Nessa etapa de correção das imagens foi considerado um *Root Mean Square* (RMS) <0,05, o método utilizado foi o polinomial, a equação foi a de 1º grau e o método de amostragem foi o do vizinho mais próximo.

A delimitação da bacia foi feita utilizando um mosaico, constituído por duas cenas, das imagens SRTM. Após o mosaico foi aferida a drenagem e por fim foi obtido o *shapefile* da bacia do rio Santa Teresa (Sobrinho et al. 2010). Após a delimitação da bacia, o *shapefile* foi usado como máscara para a realização do recorte nas imagens Landsat, com isso a bacia foi delimitada. Após a delimitação passou-se para a próxima etapa, que foi a classificação do recorte da bacia nas imagens Landsat.

Foram utilizadas seis de identificação a saber: remanescente, água, solo exposto, queimada, pastagem e não classificado. As classes área urbana e agricultura não foram incluídas, uma vez que na bacia tem apenas alguns pequenos núcleos urbanos e a agricultura é de subsistência, portanto a inclusão dessas duas classes causaria confusão na identificação das demais. A classificação utilizada foi a supervisionada, o método foi o *maximum likelihood* (Richards e Jia, 1986) e foi considerado um valor de Kappa, acima de 0,81 (Landis e Koch, 1977). Essas etapas

foram realizadas no ENVI 4.7. Após a classificação, foi feita a edição dos polígonos que foram classificados de forma errada no ArcGIS (Esri, 2012),.

Para obter a hipsometria e a declividade da bacia utilizou-se das imagens SRTM. Após a obtenção dos valores de altitude e declividade foi calculado a porcentagem de cada intervalo das classes na bacia. A interpretação do resultado da declividade foi baseada nas classes definidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, (plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado, montanhoso e forte montanhoso) (EMBRAPA, 1979).

Análise de dados

Para verificar a relação entre a cobertura da vegetação e o uso do solo nos anos de 1985 e 2013, utilizou-se o coeficiente de associação de Yule. Esse coeficiente varia de -1 a +1, valores negativos indicam uma relação inversa, ou seja, na medida em que os valores de uma variável aumentam os da outra diminuem, enquanto que valores positivos indicam que há uma associação positiva entre ambas as variáveis (Vieira, 1980). O cálculo do coeficiente foi obtido através da primeira fórmula e sua significância foi testada através da segunda e terceira fórmulas.

$$sY = \frac{1 - Y^2}{2} \times \text{raiz} \left(\frac{1}{n11} + \frac{1}{n12} + \frac{1}{n21} + \frac{1}{n22} \right)$$

Figura 2- Valores em porcentagem da cobertura do solo com as classes adotadas na bacia do rio Santa Teresa nos anos de 1985, 1997 e 2013.

Em, 2013, foram nítidas as mudanças na cobertura do solo da região. Se comparado aos outros dois anos analisados (1985 e 1997), diminui 17,22% de áreas com vegetação natural e aumentou a degradação ambiental. Houve um aumento de 11,7% de áreas destinadas às

$$Y \pm t \times s$$

$$Y = \frac{n11 \times n22 - n12 \times n21}{n11 \times n22 + n12 \times n21}$$

Resultados

A cobertura do solo na bacia do rio Santa Teresa tem sido alterada ao longo dos anos. Em 1985 havia maior quantidade de área de vegetação preservada (87,59% da área da bacia), entretanto, o mapeamento dos anos seguintes mostrou que estas áreas têm sido convertidas para diversos usos. A segunda classe com maior representatividade, ainda para o ano de 1985, foi pastagem (6,84% da área da bacia), seguida de queimada (3,28%) e solo exposto (2,09%). Nesse ano foi detectada uma pequena quantidade de água (0,19%) e algumas áreas com presença de nuvens.

Em 1997 já se percebe mudanças na cobertura do solo da bacia hidrográfica, quando comparado com o ano de 1985. De 1985 à 1997, houve uma diminuição de 10,89% da vegetação remanescente e um aumento da quantidade de área destinada a pastagem (7,73%), locais com solo exposto (1,69%), maior incidência de queimada e foi detectado uma maior quantidade de água na bacia hidrográfica (Ver Figura 2 e material suplementar).

pastagens, 2,34% de locais com solo exposto, maior incidência de queimadas (1,72%) e um aumento de 1,21% na quantidade de água detectada (Ver Figura 2 e material suplementar).

O coeficiente de Yule mostra que a medida que aumenta áreas de pastagem, solo

exposto, queimada e água, diminui-se a quantidade de remanescente (Tabela 1). Além

disso, houve uma associação positiva de pastagem com solo exposto, queimada e água.

Tabela 1- Valores do coeficiente de associação de Yule para os dados de cobertura da vegetação e uso do solo.

	Remanescente	Pastagem	Solo exposto	Queimada	Água
Remanescente	1				
Pastagem	-0.54*	1			
Solo exposto	-0.45*	0.09*	1		
Queimada	-0.31*	0.33*	0.16*	1	
Água	-0.79*	0.45*	0.54*	0.64*	1

* Associação significativa

Com relação à hipsometria da bacia do rio Santa Teresa, foram definidas sete classes de altitude. A menor altitude foi 270m, enquanto que a maior altitude foi 970m. A maior parte da bacia se encontra em baixas altitudes, entre 337-378m de altitude (32%), seguido de 379-429m (21%) e 430-495m (12%) (Ver Figura 4 do material suplementar). Para a declividade, o menor valor foi zero, enquanto que o maior foi 39,16%. A maior parte da bacia se encontra em relevo plano (62%), seguido de suave ondulado (28%), ondulado (6%) e a classe menos representativa foi o forte ondulado (2%). Na área da bacia não há relevo do tipo montanhoso e forte montanhoso (Ver Figura 5 do material suplementar).

Discussão

Mudanças na cobertura do solo

Nas últimas três décadas a vegetação do Cerrado tem sido intensamente convertida principalmente em áreas de pastagem e agricultura (Klink e Machado, 2005), sendo que a classe de uso mais frequente para o Cerrado como um todo são as pastagens (Klink e Machado, 2005, Sano et al., 2008).

Goiás é o único estado que tem todo o território inserido na área core do Cerrado (Carvalho et al., 2009) e a conversão de vegetação tem sido frequente, restam apenas algumas áreas preservadas, principalmente na região nordeste e, em menor parte, no norte do estado (Carvalho et al., 2008, Sano et al., 2008, Carvalho et al., 2009).

Mais de 44% do Cerrado em Goiás tem o uso destinado às pastagens (Carvalho et al., 2008, Carvalho et al., 2009). Este uso também foi o uso mais comum na bacia analisada, que apresenta intensa atividade agropecuária. Como mostrado por outros mapeamentos em Goiás, o uso do solo na região oeste e em parte do norte de Goiás, onde se encontra a bacia, é predominantemente destinado às atividades agropecuárias, sem

predomínio de monoculturas (Carvalho et al., 2008, Sano et al., 2008, Carvalho et al., 2009).

Goiás tem grande contribuição na produção de gado e comercialização de carne e leite para outros estados (Seplan, 2011), ele está entre os estados com maior produção em termos de cabeças de gado e essa demanda tem crescido cada vez mais. Havia, em Goiás, no ano 2000, 18.399.222 cabeças de gado, passando, em 2010 para 21.347.881 (Seplan, 2011), Esse aumento do rebanho justifica o aumento da área destinada para pastagens ao longo do tempo.

Goiás é um dos estados que mais tem queimadas no País (Tansey et al., 2004). Além das queimadas naturais, geralmente o fogo é utilizado pelos fazendeiros para a limpeza do pasto (Tansey et al., 2004, MARRIS, 2005), o que explica, geralmente, áreas de incêndios estarem mais associadas com áreas de pastagem, como pode ser visto nos mapas de cobertura e uso do solo e através do coeficiente de Yule. O aumento da quantidade de área queimada é explicado principalmente pelo aumento das pastagens ao longo do tempo.

A atividade agropecuária na região da bacia pode ser a principal responsável pela degradação dos solos, pois muitas vezes há retirada de vegetação remanescente para criação do gado. Além disso, as queimadas para a limpeza do pasto podem contribuir para o processo de deterioração dos solos, já que altera o seu microclima (Miranda et al., 2002). Esses fatores, associados ao pisoteio do gado, podem levar à erosão (Carvalho et al., 2009, Wantzen, 2012). Com isso, os solos ficam menos protegidos e ocorre menos penetração de água no solo durante épocas de chuva, ocasionando processos de perda da qualidade dos mesmos (Carvalho et al., 2009). O que provavelmente explica o aumento na quantidade de área de solo exposto é o fato de

áreas de pastagens e queimadas terem aumentado ao longo do tempo.

A diminuição de remanescentes de Cerrado na bacia é explicada principalmente pelo aumento de área de pastagem para a criação do gado. Esse padrão de aumento de pastagens que foi visto para a bacia tem se intensificado ao longo do tempo no Cerrado como um todo (Klink e Machado, 2005, Sano et al., 2008). Além disso, destaca-se, ainda, que na região de estudo ocorre retirada de madeira para a construção, queima para a obtenção de carvão, fabricação de papel e madeira em tora para a venda (IBGE, 2012).

Apesar de ter observado um aumento da quantidade de área para a classe água, não significa que esse recurso tenha aumentado ao longo do tempo. Com a degradação ambiental, espera-se que haja diminuição do recurso em determinados lugares (Tucci et al., 2001, Foley et al., 2005, Lima e Silva, 2005). Esse aumento observado se dá pela maior visibilidade desses corpos hídricos, pois a retirada da vegetação remanescente, principalmente no entorno dos ambientes aquáticos, faz com que seja possível detectar na imagem de satélite. Em 1995 era mais difícil a detecção, já que a vegetação era mais preservada, com formação de galerias e intensas matas ciliares. Portanto, algumas partes dos corpos hídricos de maior e os de menor ordem não apareciam nas imagens e não foram contabilizados dentro da sua classe.

Relevo

A maior parte da bacia tem relevo plano, o que é comum no Cerrado, já que grande parte do bioma se encontra em terras planas (Carvalho et al., 2008). A bacia analisada está situada em uma Superfície Regional de Aplanamento (SRA-IV), que se caracteriza por apresentar um relevo plano e de baixas altitudes. As SRAs são determinadas predominantemente por processos evolutivos de Etchplanação (Latrubesse et al., 2005), portanto, os valores de altitudes e declividades encontrados para a bacia são reflexo da evolução geológica da região.

Apesar de ter havido mudanças na cobertura do solo, a bacia do rio Santa Teresa atualmente ainda apresenta elevada porcentagem de Cerrado. Essa bacia se encontra parcialmente dentro da bacia do alto Tocantins que, em Goiás, abrange parte do norte e o nordeste do estado (Latrubesse e Carvalho, 2006, Ferreira e Torkaski, 2007), locais nos quais, no estado, possuem as maiores áreas de vegetação preservada (Carvalho et al., 2008, Sano et al., 2008, Carvalho et al., 2009). Alguns autores destacam que a topografia é um dos principais fatores que influencia na

cobertura do solo (Veldkamp e Lambin, 2001, Carvalho et al., 2008), ao passo que, regiões mais preservadas em Goiás geralmente se encontram em locais onde há relevos acidentados (Carvalho et al., 2008, Carvalho et al., 2009).

Entretanto, para a região de estudo a topografia não é o único determinante. Além do relevo, outros fatores podem contribuir para ainda hoje ter Cerrado bem preservado, como, por exemplo, não estar próxima de grandes cidades com elevado consumo (Sano et al., 2008). Ressalta-se também a importância da demografia do local e das proximidades (Veldkamp e Lambin, 2001, Sano et al., 2008), pois a bacia possui poucas cidades e com baixa densidade populacional (IBGE, 2012). Além disso, outro fator que pode contribuir é o baixo poder aquisitivo para investir em grandes monoculturas (Veldkamp e Lambin, 2001).

Implicações das mudanças na cobertura do solo e conservação da bacia

O uso inadequado do solo pode levar a perdas de diversos serviços que os ambientes naturais nos prestam (Foley et al., 2005). Com a modificação da paisagem, tem-se a perda de recursos hídricos (Tucci et al., 2001, Foley et al., 2005, Lima e Silva, 2005), florestais, modificação da qualidade do ar e do clima regional, além disso, ocorre uma maior probabilidade de infecções de doenças (Foley et al., 2005), entre outros problemas que o uso desordenado do solo ocasiona.

O fogo ocasionado por causas antrópicas, quando se torna mais frequente no Cerrado, pode trazer prejuízos para as plantas em recuperação que estão produzindo brotos (Miranda e Sato, 2005), acarreta problemas para plantas em crescimento e em reprodução, tanto vegetativa, quanto sexual, afeta a densidade e composição de plantas de algumas fitofissionomias (Hoffmann e Moreira, 2002). Além disso, ocasiona a morte de diversas espécies de animais, principalmente os que não conseguem se esconder ou aqueles com locomoção lenta (Frizzo et al., 2011).

Os solos da região são predominantemente latossolos, os, quais, caso sejam utilizados inadequadamente, podem causar impactos no ambiente, uma vez que são muito suscetíveis a erosão (Reatto et al., 2008). A retirada da vegetação faz com que as partes mais baixas da topografia sejam afetadas (Wantzen, 2012), pois são locais de acúmulo de sedimentos, o que prejudica os ambientes aquáticos (Lal, 2004, Ferreira e Torkaski, 2007). Desse modo, destaca-se a necessidade de preservação, principalmente de áreas de relevo ondulado e forte

ondulado. É importante, também, que ocorra a manutenção das zonas úmidas na bacia, pois elas retêm carbono e as ações de uso do solo de maneira inadequado na bacia leva a diminuição do carbono armazenado no ambiente (Lal, 2004, Wantzen, 2012), o que pode contribuir para a intensificação de outros problemas graves, tais como mudanças climáticas globais (Wise, 2009, Lal, 2004).

A região do Cerrado contém uma grande oferta de recursos hídricos, tornando o bioma de grande importância, pois auxilia na formação de diversas bacias hidrográficas brasileiras, uma vez que abriga inúmeras áreas de nascentes (Lima e Silva, 2005). Através da drenagem obtida por este estudo, foi possível perceber que a região da bacia do rio Santa Teresa em Goiás apresenta áreas de diversas nascentes e contribui para a formação de grandes rios brasileiros, como por exemplo, o rio Tocantins.

Entretanto, como pode ser visto no ano de 2013, os corpos hídricos da região estão cada vez mais desprotegidos, com a retirada da mata ripária, principalmente para a criação de pastagem e madeira para diversos usos. De acordo com o código florestal, esses locais são Áreas de Preservação Permanente (APPs), portanto não poderiam ser desmatados (Brasil, 2012). O uso inadequado do solo é um dos principais determinantes da qualidade de água de uma bacia (Tucci et al., 2001, Foley et al., 2005) e, uma vez que apenas uma pequena parte da água doce no planeta está conservada (Silva et al. 2006), ressalta-se a necessidade de melhor fiscalização para a conservação dos recursos naturais, principalmente os hídricos da região em questão.

Por fim, destaca-se que é necessária a proposição de estratégias de conservação para essa bacia do Cerrado em Goiás, uma vez que a região em questão é um dos poucos lugares que ainda tem os recursos naturais preservados. Entretanto, apesar de ocorrer de lenta, a cobertura do solo tem mudado. Consequentemente essas mudanças levam a perda de biodiversidade (Butchart et al. 2010), portanto, é necessário manter os recursos naturais da bacia, pois eles nos prestam diversos serviços ecossistêmicos (Foley et al., 2005), apontamos ainda a necessidade de avaliar continuamente a cobertura e o uso do solo, uma vez que as mudanças na paisagem são uma das principais ameaças a conservação da biodiversidade dos ecossistemas mundiais (Leadley, 2010). Como a bacia do rio Santa Teresa ainda é pouco estudada, ressaltamos que é preciso esforços da comunidade científica para

inventariar os seus recursos naturais antes que sejam degradados

Conclusão

O trabalho avaliou a cobertura e o uso do solo na bacia do rio Santa Teresa no norte de Goiás em uma série histórica de 28 anos. Foi percebido que apesar de as mudanças na bacia ocorrerem de forma lenta ao longo do tempo, tem havido conversão da cobertura do solo principalmente para áreas de pastagem. O norte de Goiás, juntamente com o nordeste são os locais que ainda tem amplas áreas de remanescentes de Cerrado no Estado que estão preservadas.

As áreas mais preservadas da bacia estão geralmente associadas a locais de elevada altitude e de relevo acidentado. Com a retirada da vegetação remanescente, principalmente em locais próximos aos corpos hídricos, deixa o solo desprotegido o que pode ocasionar perda de qualidade dos recursos hídricos. Destaca-se ainda a necessidade de maior fiscalização das áreas de APPs relacionadas aos corpos aquáticos, visto que tem havido desmatamentos nesses locais. Além disso, dado os problemas que uso inadequado do fogo ocasiona, é necessário medidas de conscientização e de contenção do fogo causado por causas antrópicas na bacia.

O presente trabalho foi o primeiro a fazer a caracterização da cobertura, uso do solo e do relevo da bacia, porém é necessário posteriores estudos que continuem a avaliação da cobertura e uso do solo ao longo dos anos, pois áreas de pastagem e solo exposto tem crescido em detrimento de remanescentes de Cerrado. Destacamos que é necessário que a comunidade científica volte seus esforços de pesquisa para a região, já que ela carece de estudos científicos, para com isso, buscar medidas de conservação dos recursos naturais da bacia antes que sejam degradados.

Agradecimentos

PPB agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado. PTAM e AAF são parcialmente financiados pelo PROBIP/UEG.

Referências

- Agostinho, A.A., Thomaz, S.M., Gomes, L.C., 2005. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. *Megadiversidade* 1, 70-18. BRASIL. 2012. Novo código florestal lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe

- sobre a proteção da vegetação nativa, altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006, revoga as Lei nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, e dá outras providências.
- Brito, J.L.S., Prudente, T.D., 2005. Temporal analyses of land use and vegetation cover in Uberlândia-MG (BRAZIL), using satellity ETM+/LANDSAT 7 images. *Sociedade & Natureza* 17,37-46.
- Brannstrom, C., Jepson, W., Filippi, A.M., Redo, D., Xu, Z., Ganesh, S., 2008. Land change in the Brazilian Savanna (Cerrado), 1986–2002: Comparative analysis and implications for land-use policy. *Land Use Policy* 25, 579-595.
- Butchart, S.H.M., Walpole, M., Collen, B., Strien, A.V., Scharlemann, J.P.W., Almond, R.E.A., Baillie, J.E.M., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K.E., Carr, G.M., Chanson, J., Chenery, A.M., Csirke, J., Davidson, N.C., Dentener, F., FOSTER, M., Galli, A., Galloway, J.N., Genovesi, P., Gregory, R.D., Hockings, M., Kapos, V., Lamarque, J.F., Leverington, F., Loh, J., Mcgeoch, M.A., Mcrae, L., Minasyan, A., Morcillo, M.H., Oldfield, T.E.E., Pauly, D., Quader, S., Revenga, C., Sauer, J.R., Skolnik, B., Spear, D., Stanwell-Smith, D., Stuart, S.N., Symes, A., Tierney, M., Tyrrell, T.D., Vié, J.C., Watson, R., 2010. Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science* 328, 1164-1168.
- Carvalho, T.M., Ferreira, M.E., Bayer, M., 2008. Análise integrada do uso da terra e geomorfologia do Bioma Cerrado: Um estudo de caso para Goiás. *Revista brasileira de geografia física* 01, 62-72.
- Carvalho, F.M.V., Júnior, P.M., Ferreira, L.G., 2009. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. *Biological conservation* 142, 1392–1403.
- EMBRAPA. 1979. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10ª Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro.
- ESRI, 2012. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Ferreira, E.A.B., Tokarski, D. J., 2007. Bacia hidrográfica do alto Tocantins: Retrato e reflexões.
- Foley, J.A., Defries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, C., Ramankutty, N., Snyder, P.K., 2005. Global consequences of land use. *Science* 309, 570-574.
- Frizzo, T.L., Bonizário, C., Borges, M.P., Heraldo, L., 2011. Revisão dos efeitos do fogo sobre a fauna de formações savânicas do Brasil. *Oecologia Australis* 15, 365-379.
- Hoffmann, W.A., Moreira, A.G. 2002. The role of fire in population dynamics of woody plants. In: P.S., MARQUIS, R.J (Org). *The Cerrados of Brazil Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. Columbia University Press, New York, pp. 159-177.
- IBGE, 2012. Informação sobre os municípios brasileiros, disponível em: <http://www.cidades.ibgegov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=52&search=goias>, acesso em: 20/07/2014.
- Klink, C.A., Machado, R.B., 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation biology* 19, 707-713.
- Lal, R., 2004. Soil Carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* 304, 1623-1627.
- Landis, J.R., Koch, G.G., 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33, 159-174.
- Latrubesse, E.M., Carvalho, T.M., Stevaux, J.C., 2005. Mapa geomorfológico do Estado de Goiás: Relatório final. Goiânia.
- Latrubesse, E.M., Carvalho, T.M., 2006. Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal. Goiânia.
- Leadley, P., Pereira, H.M., Alkemade, R., Fernandez-Manjarrés, J.F., Proença, V., Scharlemann, J.P.W., Walpole, M.J., 2010. Biodiversity Scenarios: Projections of 21st century change in biodiversity and associated ecosystem services. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series.
- Lima, J.E.F.W., Silva, E.M. . 2005. Estimativa da produção hídrica superficial do Cerrado brasileiro. In: Scariot, A., Souza-Silva, J.C., Felfili, J.M (org). *Cerrado: Ecologia, biodiversidade e conservação*. Brasília, Ministério do meio ambiente, pp. 61-72.
- Liu, X., Zhang, L., Hong, S., 2011. Global biodiversity research during 1900–2009: a bibliometric analysis. *Biodiversity conservation* 20, 807–826.

- Mascarenhas, L.M.A., Ferreira, M.E., Ferreira, L.G., 2009. Sensoriamento remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: Análise da cobertura vegetal remanescente na bacia do rio Araguaia. *Sociedade & natureza* 21, 5-18.
- Miranda, E.E. Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>, Acesso em: Abril de 2014.
- Miranda, H.S., Bustamante, M.M.C., Miranda, A.C. 2002. The fire factor. In: Oliveira, P.S., Marquis, R.J (Orgs). *The Cerrados of Brazil Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. Columbia University Press, New York, pp. 51-68.
- Miranda, H.S., Sato, M.N. 2005. Efeitos do fogo na vegetação lenhosa do Cerrado. in: Scariot, A., Souza-Silva, J.C., Felfili, J.M (Orgs). *Cerrado: Ecologia, biodiversidade e conservação*. Brasília, Ministério do meio ambiente, pp. 93-105.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 553-558.
- Oliveira, P.S., Marquis, R.J. 2002. *The Cerrados of Brazil Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. Columbia University Press, New York.
- Pinheiro, E.S., Durigan, G., 2009. Dinâmica espaço-temporal (1962-2006) das fitofisionomias em unidade de conservação do Cerrado no sudeste no Brasil. *Revista brasileira de botânica* 32, 441-454.
- Pires, J.S.R., Santos, J.E., Del Prette, M.E. 2002. A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In: Schiavetti, A., Camargo, A.F.M (Orgs). *Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações*, Ed. Editus, Ilhéus-BA. pp. 17-35.
- Reis, J.T., Filho, W.P., 2006. Influência do uso e ocupação da terra no ecossistema aquático da sub-bacia hidrográfica do arroio cadena, em Santa Maria, RS. *Ciência e natura* 28, 75-90.
- Richards, J.A., Jia, X., 1986. *Remote sensing digital image analysis*. Springer.
- Rodrigues, M.T., 2005. The conservation of Brazilian reptile: Challenges for a megadiverse country. *Conservation biology* 19, 659-664.
- Reatto, A., Correia, J.R., Spera, S.T., Martins, E.S. 2008. Solos do Bioma Cerrado: Aspectos pedológicos. In: Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F (Orgs). *Cerrado ecologia e flora.*, Ed. Embrapa, Brasília. pp. 109-149.
- Sano, E.E., Rosa, R., Brito, J.L.S., Ferreira, L.G., 2008. Mapeamento semi detalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. *Pesquisa agropecuária brasileira* 43, 153-156.
- Seplan. 2011. Goiás em dados.
- Sobrinho, T.A., Oliveira, P.T.S., Rodrigues, D.B.B., Ayres, F.M., 2010. Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. *Engenharia Agrícola Jaboticabal* 30, 46-57.
- Silva, B.A.W., Azevedo, M.M., Matos, J.S., 2006. Gestão ambiental de bacias hidrográficas urbanas 1, 1-7.
- Tansey, K., Grégoire, J.M., Stroppiana, D., Sousa, A., Silva, J., Pereira, J.M.C., Boschetti, L., Maggi, M., Brivio, P.A., Fraser, R., Flasse, S., Ershov, D., Binaghi, E., Graetz, D., Peduzzi, P., 2004. Vegetation burning in the year 2000: Global burned área estimates from SPOT VEGETATION data. *Journal of geophysical research* 109, 1-22.
- Tucci, C.E.M., Hespanhol, I., Netto, O.M.C., 2001. *Gestão da água no Brasil*. Brasília: Unesco.
- Veldkamp, A., Lambin, E.F., 2001. Predicting land-use change. *Agriculture, ecosystems and environmental* 85, 1-6.
- Vieira, S. 1980. *Introdução à bioestatística*. Editora campus, 3ª edição
- Wantzen, K.M., Couto, E.G., Mund, E.E., Amorim, R.S.S., Siqueira, A., Tielbörger, K., Seifan, M., 2012. Soil carbon stocks in stream-valley-ecosystems in the Brazilian Cerrado agroscape. *Agriculture, ecosystems and environmental* 151, 70-79.
- Wise, M., Calvin, K., Thomson, A., Clarke, L., Bond-Lamberty, B., Sands, R., Smith, S.J., Janetos, A., Edmonds, J., 2009. Implications of limiting CO2 concentrations for land use and energy. *Science* 324, 1183-1186.