



Uso do modelo digital de elevação para planejamento ambiental em nível de micro bacia contribuinte do Pantanal

Valéria Shirley Orth de Jesus ¹
Jepherson Sales ²
Cleberon Ribeiro de Jesus ³
Eliana Beatriz Nunes Rondon Lima ⁴

^{1,2,3,4}Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
Av. Fernando Correa da Costa nº2367
78060-900 - Cuiabá - MT, Brasil
vsorth@yahoo.com.br
Jepherson.sales@gmail.com
cleberufmt@hotmail.com
elianar@ufmt.br

Resumo. A taxa populacional e as características físicas de uma bacia influenciam ambientalmente um curso de água. Essas influências dependendo do local da inserção de uma bacia, afetam diretamente as planícies alagadas. Assim, o bioma do Pantanal possui seu ecossistema diretamente afetados pelos planaltos, pois é neste local que se encontram suas nascentes. Justifica-se a escolha da área de estudo baseada na grande influência que esta possui por ser uma bacia urbanizada. O objetivo deste trabalho é aplicar o uso de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento para demonstrar as características da área de estudo e quantificar os efluentes líquidos sem tratamento despejados na Bacia Hidrográfica do Córrego do Barbado (BHCB) que são encaminhados para o Pantanal. Conclui-se que as características da bacia como altitude e declividade influenciam e favorecem a urbanização nas proximidades do canal para despejo de efluentes, sendo este demonstrado pelos setores censitários mais populosos próximos ao curso de água.

Palavra-chave: efluentes de esgoto; contaminação ambiental; geoprocessamento

Abstrat. Population rates and physical characteristics of a bowl environmental influence a watercourse. These influences depending on the location that is inserted into a basin directly affect the floodplains. Thus, the biome of the Pantanal has its ecosystem directly affected by plateaus, it is here that are its sources. Justified the choice of the study area based on the great influence that this has to be an urbanized basin. The objective of this work is to apply the use of Remote Sensing and GIS to demonstrate the study area characteristics and quantify the wastewater untreated dumped in Basin Barbado Stream (BHCB) that are referred to the Pantanal. It is concluded that the basin characteristics such as altitude and slope influence and promote urbanization near the canal for discharge of effluents, which is shown by the census tracts most populous close to the watercourse.

Key-words: sewage effluents; environmental contamination; geoprocessing

1. Introdução

A taxa de crescimento populacional mundial e nacional vem apresentando uma ligeira queda conforme dados apresentados pelo IBGE (2013). Em 1960, a taxa de crescimento populacional mundial era de 1,84, enquanto que o Brasil apresentava uma taxa de 2,99, muito superior ao crescimento mundial. Já em 2010, verifica-se uma ligeira queda em comparação entre a taxa de crescimento populacional mundial e a nacional. A taxa mundial ficou em 1,20, enquanto que a taxa no Brasil foi para 1,17. Apesar desta diminuição, verifica-se que o desenvolvimento econômico aumentou o uso e ocupação do terra nas áreas urbanas, ocasionando a degradação de Bacia Hidrográficas inseridas neste ambiente.

De acordo com Tucci (2008), o aumento populacional ocasiona os seguintes problemas de infraestrutura relacionados à água: falta de tratamento de esgoto; falta de rede de drenagem; inundações ocasionadas pelo aumento das áreas impermeabilizadas e canalização dos rios; ocupação das áreas ribeirinhas ao leito do rio; e deterioração da qualidade de água por falta de tratamento de efluentes.

Tais problemas, podem ser diretamente evidenciados no bioma do Pantanal em decorrência do uso e ocupação da terra de forma desordenada. A Bacia Hidrográfica do Córrego do Barbado (BHCB), é um exemplo de micro bacia urbanizada que faz parte da Bacia Hidrográfica do Paraguai onde está inserido o Pantanal conforme disposto pela Agência Nacional de Águas (ANA).

Galvão e Menezes (2005), demonstram que a partir de 2002, a ANA, ficou responsável pela rede Hidrométrica Nacional. De acordo com a ANA (2006), iniciou-se a construção da codificação das Bacias Hidrográficas pelo processo de Otto Pfafstetter. Posteriormente foi estipulado que a Bacia Hidrográfica do Paraguai seria codificada como P₄.

O Pantanal, é um ecossistema considerado Reserva da Biosfera e Patrimônio Natural da Humanidade pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciências e Cultura (Ministério Do Meio Ambiente, 2000), pois sua área de abrangência se encontra distribuída por mais três países além do Brasil: Argentina, Bolívia e Paraguai. O Brasil, apresenta a maior área de abrangência da Bacia do Paraguai, possui cerca de 33% da área. (ANA, 2016)

A Bacia do Alto Paraguai possui as nascentes localizadas principalmente no planalto nos biomas Amazônico e Cerrado o qual circundam a planície do Pantanal conforme WWF-BRASIL (2009). Assim, os empreendimentos como: crescimento urbano, instalações de usinas hidroelétricas, expansão da agropecuária, implementação de indústrias instaladas nas regiões de planalto, afetam diretamente as áreas de planícies do Pantanal, sendo esse um dos quesitos também abordado por WWF-Brasil (2009) e Andrade (2013).

Tucci (1997), aborda que o uso e ocupação da terra é responsável pelas mudanças antrópi-

cas que ocorrem em uma bacia urbana. Estas mudanças resultam na maior impermeabilização de áreas, obstruções de canais, realizações de pontes, mudanças de leito com processos de canalizações.

Mucelin e Berllini (2008), relatam que o aumento populacional ocasionado pela expansão territorial, causam impactos como: o aumento da produção de sedimentos pelas alterações ambientais das superfícies e produção de resíduos sólidos; deterioração da qualidade da água pelo uso nas atividades cotidianas; lançamento de lixo, esgoto e águas pluviais nos corpos receptores. Assim, o cenário urbano acaba sendo um dos principais contribuintes para o agravamento ambiental em função do aumento de esgoto lançado nos corpos hídricos.

De acordo com Ramos et al., (2014), o geoprocessamento é uma ferramenta indispensável para propor formas de soluções aos problemas nas políticas públicas urbanas contribuindo na preparação de base de dados que ajudam e melhoram o planejamento urbano. Esta ferramenta torna-se indispensável para a realização do gerenciamento e planejamento ambiental de bacias, tomando como exemplo a realização desta metodologia em micro bacias que compõem o ecossistema do Pantanal.

2. Objetivo

Justifica-se a escolha da área de estudo em razão da inserção desta na Bacia Hidrográfica que compõem o bioma Pantanal. De acordo com Boaventura; Freitas; Machado (2014), a BHCB é uma bacia urbanizada pois possui cerca de 57,4% de sua área impermeabilizada e se encontra totalmente inserida na área urbana do município de Cuiabá-MT. Apresenta uma grande contribuição de despejos de efluentes em seu leito em razão da inexistência de tratamento de esgoto neste município.

Os objetivos deste trabalho são: aplicar o uso de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento para demonstrar as características da área de estudo e quantificar os efluentes líquidos sem tratamento despejados na Bacia Hidrográfica do Córrego do Barbado (BHCB) o qual são encaminhados ao bioma do Pantanal.

3. Material e método

A área de estudo, de acordo com Ventura (2011), possui uma extensão de 8,95 km e uma área de 13,89 Km² com divisa geográfica com as seguintes bacias: sub-bacia do Rio Coxipó, do Ribeirão do Lipa, do Córrego da Prainha e a sub-bacia do Córrego Gambá e está localizada na porção centro leste da cidade de Cuiabá-MT.

Sua nascente está localizada na latitude 15°33'55.3108"S e na longitude 56°4'0.2491"W enquanto que sua foz desagua no Rio Cuiabá estando localizada na latitude 15°38'1.8230"S e longitude 56°4'50.897"W conforme demonstrado na **Figura 1**.

Os dados de Modelo Numérico do Terreno (MNT) foram obtidos por meio da missão *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) disponíveis no site do *United States Geological Survey* (USGS), são arquivos matriciais com resolução de 30 metros. A missão foi iniciada no ano 2000 de uma ação conjunta da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), com a NIMA (*National Imagery and Mapping Agency*), a DLR (Agência Espacial Alemã) e a ASI (Agência Espacial Italiana).

Câmara, Monteiro e Medeiros (2004), definem que o MNT, são representação matemática computacional da distribuição de um fenômeno espacial que ocorre dentro de uma região da superfície terrestre.

Utilizou-se também imagens LANDSAT 5TM, obtidas em 2010 para compor a caracterização das áreas de estudo e demais referência com o sistema Datum SIGLAS 2000.

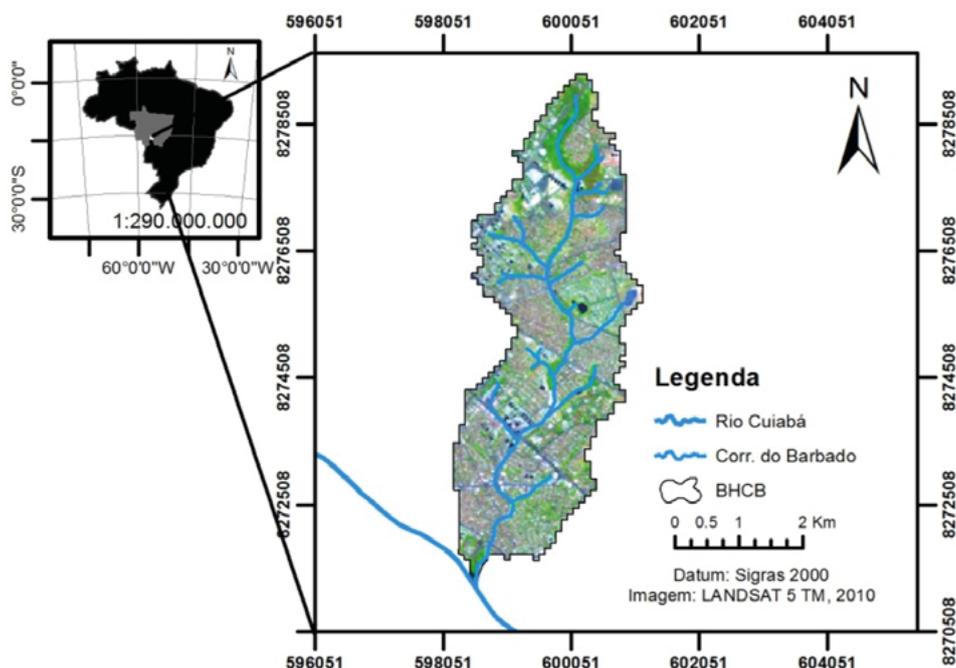


Figura 1. Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Córrego do Barbado

O mapeamento da rede de drenagem e delimitação da BHC foi realizada por meio da ferramenta ArcHidro 9.3 do Software Arcgis 9.3 (ESRI). Essa extensão realiza cálculos com a entrada de um modelo numérico do terreno dos fluxos de acumulação e direção, área de contribuição das bacias hidrográficas e segmentação dos cursos d'água de forma automática (JENSON; DOMINGUE, 1988). Após obtenção da rede de drenagem foi realizado a correção dos cursos d'água por meio de interpretação visual e vetorização.

As classes hipsométricas foram obtidas com a função “*simbology*” do software ArcGIS 9.3 onde foi possível realizar o fatiamento da altimetria da BHC obtendo 04 classes de altitude compatíveis para a realização do conhecimento do comportamento do relevo no quesito de altitude. Após confecção do mapa foi realizado conversão do arquivo *raster* (matricial) para *shapefile* (vetorial) polígonos para realização do cálculo das classes hipsométricas.

O cálculo da declividade do terreno foi extraído pela função “*slope*” do software ArcGIS 9.3, sendo obtida também quatro classes de declividade da bacia hidrográfica e realizado-se a conversão de arquivo *raster* (matricial) para *shapefile* (vetorial) polígono para realização do cálculo das classes de declividade.

A segunda etapa é a quantificação total de efluente liberados diariamente na BHC, bem como a espacialização dos dados por meio de geoprocessamento da população residente, senso demográfico, IGBE (2010), da população flutuante de dois shoppings na área de pesquisa, (Corpo de Bombeiros de Mato Grosso, 2013) e da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT, 2013), também localizada na BHC.

A estimativa de população, para o caso de shopping, pode ser realizada dividindo-se a área total dos estabelecimentos por 4m², assim obtendo a obtendo a população flutuante. Essa metodologia de obtenção da estimativa de população é utilizada pelo Corpo de Bombeiros do Estado de Mato Grosso (2013). A população da UFMT foi extraída a partir de dados do anuário estatístico que apresenta informações referentes ao ano de 2010 (UFMT, 2013).

De acordo com Abreu e Sá (2014), a estimativa do cálculo de efluente é resultado da multiplicação da população pela taxa de esgoto per capita, disponível na NBR 7229 (ABNT,1993).

De acordo com ABNT (1993), a contribuição de esgoto gerada por habitante/ dia para residências de classe média é de 130 l/dia e para estabelecimentos comerciais ou público é de 50 l/dia.

A realização desta metodologia proporciona o dimensionamento de estimativas que poderão ser utilizadas em toda a bacia do Pantanal de forma a prever os locais que necessitam de um planejamento ambiental mais intensivo e voltado para o tratamento de efluentes que propiciarão políticas de atuação em pontos específicos de forma mitigadora.

4. Resultados e discussão

A **Figura 2**, demonstra o resultado obtido pelo uso da extensão ArcHidro 9.3 do Software Arc-gis 9.3 para realização da delimitação da Bacia Hidrográfica do Córrego do Barbado (BHCB).

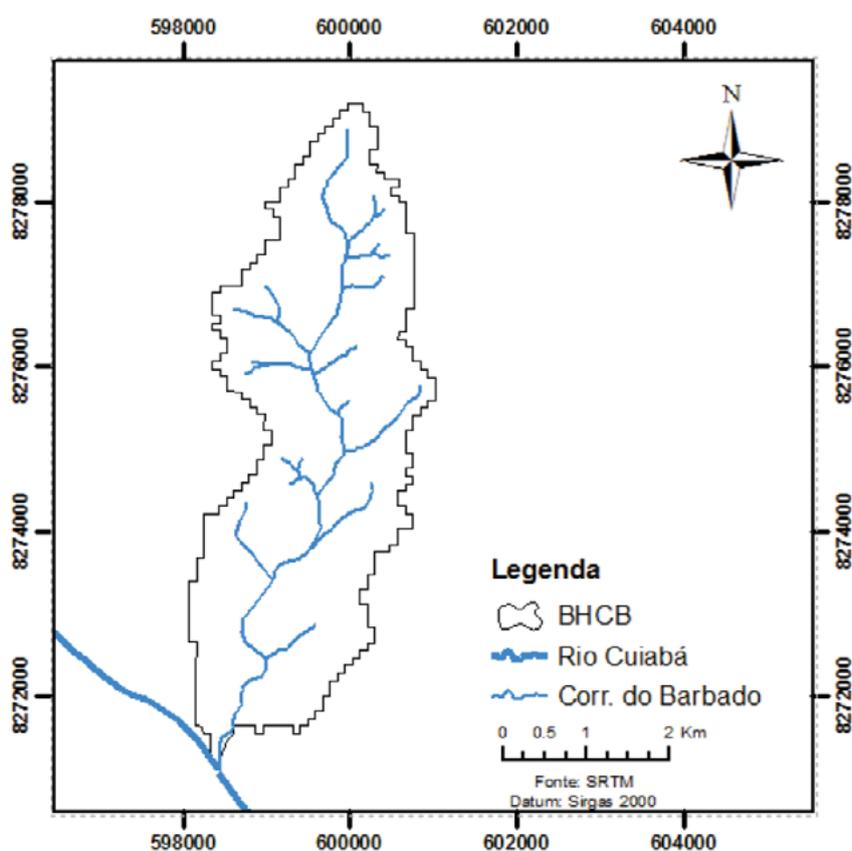


Figura 2. Delimitação da rede de drenagem e Bacia Hidrográfica do Córrego do Barbado

Verifica-se na **Figura 2**, que a delimitação da bacia hidrográfica possui uma forma elíptica o qual também foi mencionada por Ventura (2011). Enquanto o mapa apresentado na **Figura 3**, representa as altitudes constantes na bacia que foram obtidas com a aplicação da função “*simbology*” do software ArcGIS 9.3.

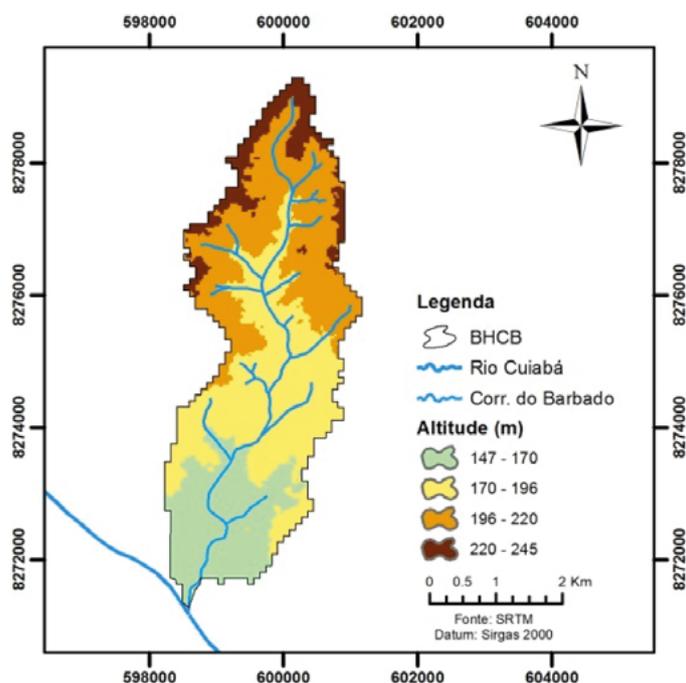


Figura 3. Mapa altimétrico da Bacia Hidrográfica do Córrego do Barbado

A **Figura 3**, o mapa demonstra poucas variações nas altitudes dos terrenos, retratando um desnível máximo de 98 m do ponto mais alto para o mais baixo o que representa um desnível de pouco mais de 100 metros por quilômetro de curso d'água.

A classificação altimétrica foi realizada com a conversão dos arquivos *raster* (matricial) para *shapefile* polígonos, conforme demonstrado na **Tabela 1**.

Tabela 1. Quantificação das classes altimétricas da bacia do barbado

Altitude (m)	Área (m ²)	Percentual (%)
147 - 170	2960984	21.32
170 - 196	5287084	38.07
196 - 220	4373862	31.49
220 - 245	1265854	9.11

As classes apresentadas na **Tabela 1** evidencia que a distribuição principal das classes altitudes da BHCB encontram-se na cota de 147m a 196m, em um total relativo de 59,39% da bacia. Este dado evidencia uma distribuição desigual de altitude furto da característica do relevo da área, os quais possibilitam a urbanização e ocupação em áreas de menor altitude.

Na **Figura 4** esta exposta as classes de declividade percentual onde se apresenta a espacialização dos dado do terreno quanto ao seu desnível.

Para a classificação do mapa de declividade, **Figura 4**, adotou-se a distribuição de classe de acordo com a EMBRAPA (1979), o qual estipula as declividades como plana de 0 a 3%, suave ondulado com a declividade de 3 a 8%, ondulado com a declividade de 8% a 20%, forte ondulado de 20% a 45%, montanhoso de 45% a 75% e forte montanhoso > 75%.

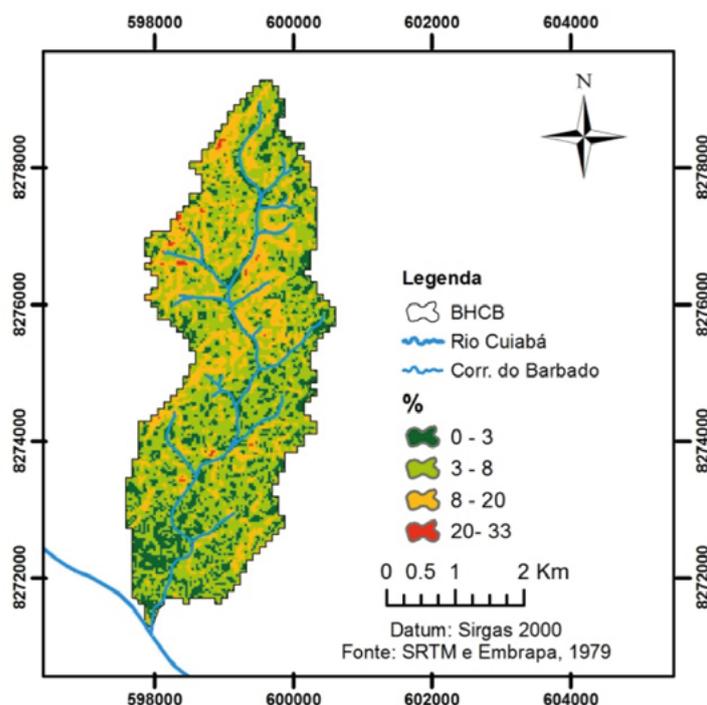


Figura 4. Mapa de declividade da Bacia Hidrográfica do Córrego do Barbado

A **Tabela 2** foi gerada com a conversão do arquivo raster para shapefile polígono no programa ArcGIS 9.3.

Tabela 2. Quantificação das classes de declividade - BHC

Relevo	Declividade (%)	Área (m ²)	Percentual (%)
Plano	0-3	4.422.256	31.84
Suave-ondulado	3-8	7.161.611	51.56
Ondulado	8-20	2.259.890	16.27
Forte-ondulado	20-33	43.920	0.31

Fonte: adaptado da Embrapa (1979)

Verifica-se que na **Tabela 2**, a Bacia Hidrográfica do córrego do Barbado apresenta uma área maior classificada como suave-ondulado estando cerca de 51,56%. Também se verifica que a bacia possui um 31,84% classificada como plano e que com a somatória dos dois percentuais, a bacia apresenta um total de 83,4% da bacia entre plano e suave-ondulação. Possibilitando a urbanização e ocupação dessas áreas pela sua população.

No mapa da **Figura 5** obteve-se, realizou-se uma classificação da quantidade populacional em cinco faixas. A primeira faixa é até 300 habitantes, a segunda faixa vai de 301 a 500, a terceira faixa de 500 até 1000, a quarta faixa de 1001 até 2000 e a quinta faixa de 2001 até 30000. Foram consideradas a estimativa para as populações existentes tanto nos shoppings quanto na UFMT ou seja a população flutuante.

A **Figura 5** representa o mapa da população residente na bacia hidrográfica do córrego do barbado, obtida com a inclusão de dados do censo do IBGE (2010).

A **Figura 6** representa o quantificação de efluentes líquidos sem tratamento despejados na BHC, os quais são transportados para ao Pantanal Setentrional, via um de seus principal formadores, o Rio Cuiabá.

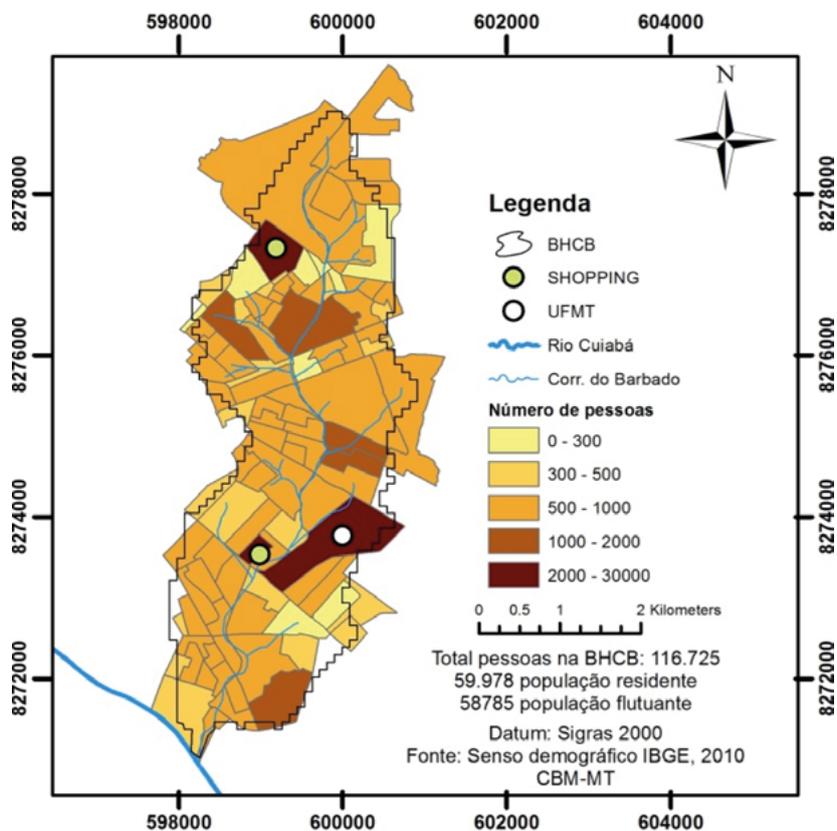


Figura 5. Mapa de população na Bacia Hidrográfica do Córrego do Barbado censo 2010

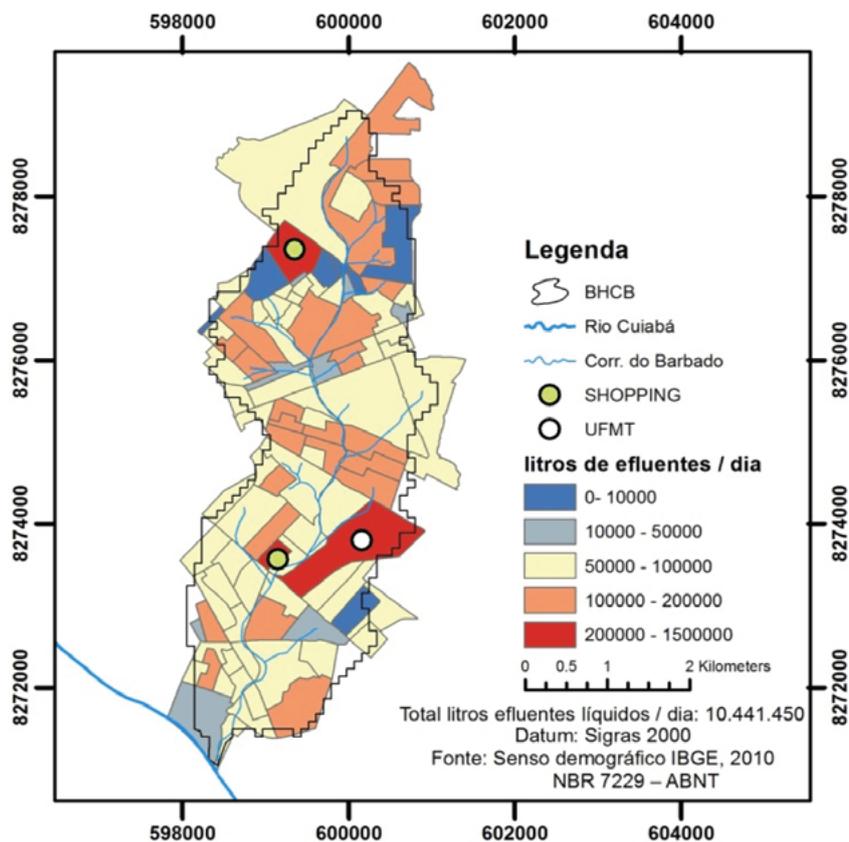


Figura 6. Mapa de quantidade de efluentes líquidos em l/dia na Bacia do Córrego do Barbado

No mapa da **Figura 6**, o cálculo foi realizado multiplicando-se o valor de 130 l/dia da contribuição de esgoto de acordo NBR 7229, ABNT (1993), pela quantidade populacional obtida por dados do IBGE (2010) para as grandes áreas. Já nas áreas comerciais e públicas, o valor da contribuição de esgoto é de 50 l/dia (ABNT; 1993). Adotou-se a estimativa de população obtidas respectivamente pelo cálculo da área para os shoppings e utilização de dados contidos em anuário estatístico para a UFMT.

O mapa apresenta cinco classes de estimativas de efluentes em litros despejados diariamente. Destacamos as áreas referentes aos shoppings e UFMT os quais possuem uma estimativa de contribuição demonstrando uma faixa entre 200.000 l/dia até 1.500.000 l/dias de efluentes despejados neste local.

Os mapas demonstrados na **Figura 5 e 6**, demonstram a importância da realização de um planejamento mais adequado na bacia de forma a buscar soluções ambientais que visem minimizar os atuais problemas decorrentes de sua utilização e ocupação. O mapa da **Figura 6** espacializa a quantidade de efluentes gerados diariamente, onde é possível identificar as áreas de maior contribuição de cada região censitária para a degradação do ambiente.

Os processamentos realizados para essa área, são de efetiva importância na construção de mitigações emergenciais, e possibilidades de estudos mais ampliados nas áreas urbanizadas das bacias hidrográficas formadoras do Pantanal, especialmente a do rio Cuiabá, que concentram os três principais centros urbanos do estado de Mato Grosso, Cuiabá, Várzea Grande e Rondonópolis, e que ao mesmo tempo representam os maiores poluidores desse ecossistema. Diante dessa perspectiva, a metodologia adotada é essencial na implementação de políticas que saneiem os problemas de uso e ocupação do solo, especialmente os urbanos.

5. Conclusão

As características da Bacia Hidrográfica do Córrego do Barbado como altitude e declividade influenciam e favorecem a urbanização nas proximidades do canal o qual contribuem para despejo de efluentes, sendo primordial a realização de políticas de planejamento ambiental que visem o controle e tratamento dos efluentes nesta bacia.

O uso do geoprocessamento em conjunto com os dados de população do IBGE e dados da NBR 7229 (ABNT,1993) nos estudos de bacia hidrográfica relacionados a efluentes líquidos é capaz de estimar a quantidade de esgoto despejados nos corpos d'água, que no caso da BHCB são encaminhados via rede hidrográfica ao Pantanal.

Essa metodologia de estudo pode ser aplicada em toda a extensão da Bacia Hidrográfica do Paraguai (BAP) para identificar e quantificar o lançamento de efluentes líquidos nos corpos d'água contribuintes do Pantanal, espacializando assim as áreas de risco para adoção de políticas de planejamento ambiental e saneamento básico.

Verifica-se a necessidade de realização de estudos mais aprofundados nesta bacia quanto às metodologias de tratamento do esgotamento sanitário lançados no canal em função da grande taxa de urbanização desta bacia pois esta em função de ser um afluente hidrográfico contribuinte ao Pantanal podendo afetar este bioma.

6. Referências

Agência Nacional de Águas – ANA. Região Hidrográfica do Paraguai. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/paraguai.aspx>; acessado em: 28.06.2016.

Agência Nacional de Águas – ANA. **Topologia hídrica: método de construção e modelagem da base hidrográfica para suporte à gestão de recursos hídricos**. Superintendência de Gestão da Informação: Brasília, versão 1.11, 2006. 29 p.

Andrade, Rodrigo de Oliveira. A ameaça vem do planalto: ocupação e uso desordenado do solo, ao lado da instalação de usinas hidroelétricas, dificultam o fluxo migratório de espécies no Pantanal. Especial Biota educação III, maio 2013.

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7229 - **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. ABNT, set. 1993. 15 p.

Abreu, Geisa Cristina Real De; SÁ, Vanessa Pio Torres De. **Dimensionamento de uma estação de tratamento de esgotos para a cidade universitária da UFRJ de acordo com o plano diretor de 2020**. Rio de Janeiro, ago. 2014.

Boaventura, Isabelle Gonçalves. FREITAS, Ava Estevam. MACHADO, Nadja Gomes. Danos Ambientais em Riacho Urbano: o Caso do Córrego do Barbado em Cuiabá, MT. *Uniciências*, v. 18, n. 2, dez. 2014. p. 79-83.

Câmara, Gilberto; Monteiro, Antônio Miguel, Medeiros, José Simeão de. **Introdução a ciência da Geoinformação**. INPE: São José dos Campos, 2004. disponível em < http://www.dpi.inpe.br/Gilberto_new_page.php?lm=livros.csv&lr=livros_right.csv> acessado em: 22.06.2016.

Corpo de Bombeiros Militar de Mato Grosso. **Norma técnica do Corpo de Bombeiros nº 13/2013 : saídas de emergências**. Publicada no D.O.E nº 26178, nov., 2013.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ)**. Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p.

Galvão, Wougran Soares ; Meneses, Paulo Roberto. **Avaliação dos sistemas de classificação e codificação das bacias hidrográficas brasileiras para fins de planejamento de redes hidrométricas**. INPE: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, abr., 2005. p. 2511-2518.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas do censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em:< <http://censo2010.ibge.gov.br/apps/atlas/>> acessado em 28.06.2016

Jenson, S.K.; Domingue, J.O. “**Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis**”. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 54(11), 1988. p. 1593-1600.

WWF-Brasil. **Monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do Solo na Bacia do Alto Paraguai – Porção Brasileira – Período de Análise: 2002 a 2008**. Iniciativa: CI – Conservação Internacional, ECOA, Ecologia e Ação, Fundación AVINA, Instituto SOS Pantanal, WWF- Brasil. Brasília, 2009.

Ministério do Meio Ambiente. Unesco declara Pantanal Reserva da Biosfera. Reportagem. NOV. 2000. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br/informma/item/1019-unesco-declara-pantanal-reserva-da-biosfera>> acessado em: 14.08.2016.

Mucelin, Carlos Alberto; Bellini, Marta. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. *Sociedade & Natureza*. Uberlândia, ed. 20, jun. 2008. p. 111-124.

Ramos, Raimundo da Silva; Silva, Natanael de Araujo; Rocha, Maria do Espírito Santo Abreu da; Paula, Jorge Eduardo de Abreu. A utilização do geoprocessamento como ferramenta para o planejamento urbano no bairro Planalto Formosa em Timon-MA. Anais do Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto-GEONORDESTE. Aracaju, nov. 2014.

TUCCI, C. E. M. **Águas Urbanas**. Estudos Avançados, v. 22, n.63, São Paulo,2008.

TUCCI, C. E. M. **Águas no meio urbano**. Porto Alegre, cap. 14, livro águas doce, 1997. 40 p. disponível em < http://4ccr.pgr.mpf.mp.br/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/outros_documentos_tecnicos/curso-gestao-do-territorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas> acessado em 22.06.2016.

Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. **Anuário estatístico da UFMT 2013 ano base 2012**. Cuiabá, 2013. 108 p.

Ventura, R. M. G.; **Caracterização ambiental e hidrológica da bacia do córrego barbado em Cuiabá-MT**. 2011.112p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.