

Caracterização e diagnóstico ambiental das áreas de preservação permanente da calha principal do manancial de abastecimento da cidade de Teófilo Otoni, MG

Characterization and environmental diagnosis of permanent preservation areas of channel main water supply of the city Teófilo Otoni, MG.

Rosângela Souza de Moraes
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
rosamorais_15@yahoo.com

Adriana Cavalieri Sais
Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
acsais@cca.ufscar

RESUMO

A vegetação ciliar é de extrema importância tanto para o equilíbrio quanto para a qualidade dos recursos hídricos, sendo consideradas pela legislação brasileira Áreas de Preservação Permanente (APPs). Mas, apesar de sua relevância, sua degradação tem sido constante, tornando necessárias ações de diagnóstico e monitoramento dessas áreas. Nesse sentido, o presente trabalho traz uma abordagem crítica sobre o uso e ocupação do solo na área de APP às margens da calha principal do Rio de Todos os Santos, da região compreendida a montante da represa de abastecimento de água da cidade de Teófilo Otoni, MG. Para tal, realizou-se um diagnóstico baseado em fotointerpretação de imagens de satélite e com o auxílio do software livre de geoprocessamento, o QGIS 2.0.1, para a edição, digitalização, análise e cálculo dos resultados.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema de Informação Geográfica, vegetação ciliar, geoprocessamento

ABSTRACT

The riparian vegetation is an extremely important system, both for balance and quality of water resources, being considered by Brazilian law as a permanent preservation areas (“Áreas de Proteção Permanente – APP”). Despite its relevance, its degradation has been steady, making necessary actions for diagnosis and monitoring of these areas. In this sense, the present work brings a critical approach to soil use and occupation in an APP area along wathercourse of Todos os Santos River course, in a region upstream the dam water supply of the city of Teófilo Otoni, MG. For this, it has been performed a diagnosis based on photo-interpretation of satellite images helped by open source GIS, QGIS 2.0.1, for editing, scanning, analysis and calculation of results.

KEYWORDS: Geographic Information Systems, riparian vegetation, geoprocessing.

INTRODUÇÃO

Os espaços aquáticos bem como os recursos hídricos de maneira geral, são utilizados em todo o mundo com distintas finalidades, entre as quais se destacam o abastecimento de água, a geração de energia, a irrigação, a navegação, a aquicultura e a harmonia paisagística. A água representa, sobretudo, o principal constituinte de todos os organismos vivos (MORAES & JORDÃO, 2002).

Segundo Braga et al. (2008), a água é um recurso natural com múltiplos usos além de ser essencial à vida humana e ao funcionamento dos ecossistemas. Esses fatos associados ao caráter econômico de alguns de seus usos (por exemplo, produção de energia hidrelétrica, produção de alimentos, navegação, turismo e lazer) e eventuais conflitos entre setores usuários em situação de escassez requerem que seja dado à gestão da água um tratamento específico. Do ponto de vista administrativo e institucional, o setor de recursos hídricos já tem densidade para ser tratado de forma individualizada, tal como o setor de transporte, energia e meio ambiente.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) declara a água como bem de domínio público de interesse comum, e ao reconhecê-la como recurso natural limitado, dotado de valor econômico, estabelece o necessário disciplinamento em contextos de competição entre setores usuários diante de situações de qualidade ou de escassez geográfica ou sazonal (PATRÍCIO et al., 2012).

Considerada uma das mais importantes práticas no que se refere à preservação e qualidade dos recursos hídricos, a manutenção das matas ciliares é recomendada ou exigida por lei (SANTANA & SPAROVEK, 2011). No caso específico do Brasil, o Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651, de 25 de maio de 2012) estabelece faixas de vegetação que devem ser protegidas em torno dos corpos d'água e nascentes, a título de Áreas de Preservação Permanente (APP's).

Denominam-se matas ciliares, as formações vegetais encontradas ao longo de cursos d'água que têm como função principal a proteção da água, evitando o processo de erosão das margens e o assoreamento do leito dos cursos e corpos d'água. Essa vegetação influencia diretamente na qualidade da água e na manutenção do ciclo hidrológico nas bacias hidrográficas. Também, atuam como habitats naturais para diversas espécies de animais, favorecendo o fluxo gênico e

aumentando a diversidade genética nas populações (BRAC KMANN & FREITAS, 2013).

A fragmentação das florestas e a eliminação das matas ciliares, constantemente observada no Brasil e acelerada nas últimas décadas, têm causado um aumento significativo dos processos de erosão dos solos, com ênfase ao prejuízo à hidrologia regional, evidente redução da biodiversidade e a degradação de imensas áreas submetidas a essas ações antrópicas. Grande parte da vegetação ciliar no estado de Minas Gerais foi eliminada em função das atividades antrópicas, de maneira predominante as ligadas as agrossilvopastoris, o que dificulta a implementação de estratégias de conservação dos recursos hídricos, uma vez que para assegurar a manutenção da qualidade do ecossistema aquático é essencial a preocupação com o ecossistema ripário. Essa formação vegetal é de grande importância para a manutenção da qualidade ambiental dos rios, funcionando como filtro, retendo poluentes que seriam carregados para o curso d'água, afetando diretamente a quantidade e a qualidade da água e, conseqüentemente, a fauna aquática e os recursos pesqueiros. Embora a mata ciliar, em razão da sua localização e importância peculiares tenha papel fundamental na estruturação e dinâmica das áreas de contato entre os ambientes terrestres e aquáticos, continua a ser devastada, principalmente sob pressão da expansão agroindustrial, apesar de contar com proteção legal nos níveis federal e estadual (NUNES & PINTO, 2012).

De acordo com Porto & La Laina (2008) uma gestão sustentável dos recursos hídricos, em sua unidade mínima, necessita de um conjunto de instrumentos principais: uma base de dados e informações socialmente acessível, a definição clara dos direitos de uso, o controle dos impactos sobre os sistemas hídricos e o processo de tomada de decisão.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) representam uma importante ferramenta de auxílio no monitoramento e diagnóstico das áreas destinadas à preservação. Eles permitem análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e com a criação de bancos e dados georreferenciados, além de tornar possível a automação da produção de documentos cartográficos (CÂMARA & MEDEIROS, 1998). Segundo Aronoff (1989), o SIG é um sistema com base computacional que usa procedimentos para armazenar e manipular dados georreferenciados, com base na seguinte estrutura: a) entrada de dados (*input*); b)

gerenciamento de dados (armazenamento e recuperação de dados); c) manipulação e análise; e d) produção (*output*).

Devido à sua flexibilidade e disponibilidade, os SIG's têm sido amplamente utilizados para esse fim, consistindo de sistemas computadorizados, que permitem sobrepor diversas informações espaciais da bacia hidrográfica. A informação é armazenada digitalmente e apresentada visual ou graficamente, permitindo a comparação e a correlação entre informações. A utilização dos SIG's para o gerenciamento ambiental de bacias hidrográficas envolve muitas outras atividades, além da elaboração e manutenção de um banco de dados geocodificados, de onde são retiradas as diversas informações estatísticas sobre as características da unidade de estudo (ALDEN et al, 2011).

A tecnologia SIG tem sido usada por vários setores que tratam da questão ambiental como importante ferramenta para o planejamento ambiental, pois a avaliação integrada de um grande número de variáveis se torna possível e simplificada com o uso deste sistema; permite a rápida geração de informações intermediárias e finais, além da inclusão de variáveis anteriormente não pensadas, visto que possibilita novas interações a qualquer momento (DONHA, SOUZA & SUGAMOSTO, 2006).

Para Oliani et al. (2012), o uso de SIG's, Sensoriamento Remoto, Aerofotogrametria e outras formas de mapeamento pode ser uma solução para a gestão da grande massa de dados necessárias ao auxílio na gestão nas mais variadas áreas, porém os softwares comerciais disponíveis no mercado demandam um alto valor de investimento, o que inviabiliza sua implantação em pequenos e médios municípios.

Dentre os softwares livres de geoprocessamento, o QGIS tem sido amplamente utilizado. Segundo Oliani et al. (2012), o projeto QGIS teve início no ano de 2002, sendo resultado do trabalho de um grupo de desenvolvedores, tradutores, autores de documentação e pessoas que ajudam no processo de lançamento de novas versões. Escrito em linguagem C++ e Phyton é administrado pelo Project Steering Committee, um grupo de técnicos e especialistas em geoprocessamento. Por tratar-se de um aplicativo baseado em uma biblioteca de código aberto, os usuários podem participar do processo de desenvolvimento do programa, escrevendo novas rotinas para as mais diversas aplicações relacionadas.

O presente trabalho tem por objetivo a caracterização da ocupação e do uso do solo às margens do Rio Todos os Santos, desde sua nascente, no município de Poté, MG, até a represa de abastecimento hídrico da cidade de Teófilo Otoni, MG, analisando as possíveis influências daqueles na qualidade hídrica do reservatório, utilizando o software livre de geoprocessamento QGIS 2.0.1.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende a região localizada entre a nascente do Rio Todos os Santos e a represa de armazenamento e abastecimento hídrico da cidade de Teófilo Otoni, MG. A escolha de tal para a presente análise deve-se à sua importância, no contexto estudado, para a região em especial à cidade de Teófilo Otoni que em 2010 possuía 105.621 habitantes, ou seja, 78% da população total do município (IBGE, 2010), considerado o mais importante na mesorregião do vale do Mucuri.

O QGIS 2.0.1 é um software gratuito, licenciado sob a General Public License (GNU), portanto se trata de um software livre e foi escolhido para o desenvolvimento do trabalho por se tratar de um software de geoprocessamento de fácil manuseio e se assemelhar, em se tratando de recursos, bastante com softwares proprietários.

A sequência dos procedimentos desenvolvidos é apresentada na Figura 1. Inicialmente utilizaram-se os dados hidrográficos da base do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) que foram importados para uma base de dados no QGIS, para a localização do curso do Rio Todos os Santos inserido na Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos, denominada MU1 e que contempla a porção mineira da bacia hidrográfica do Rio Mucuri, do qual o Rio de Todos os Santos é afluente.

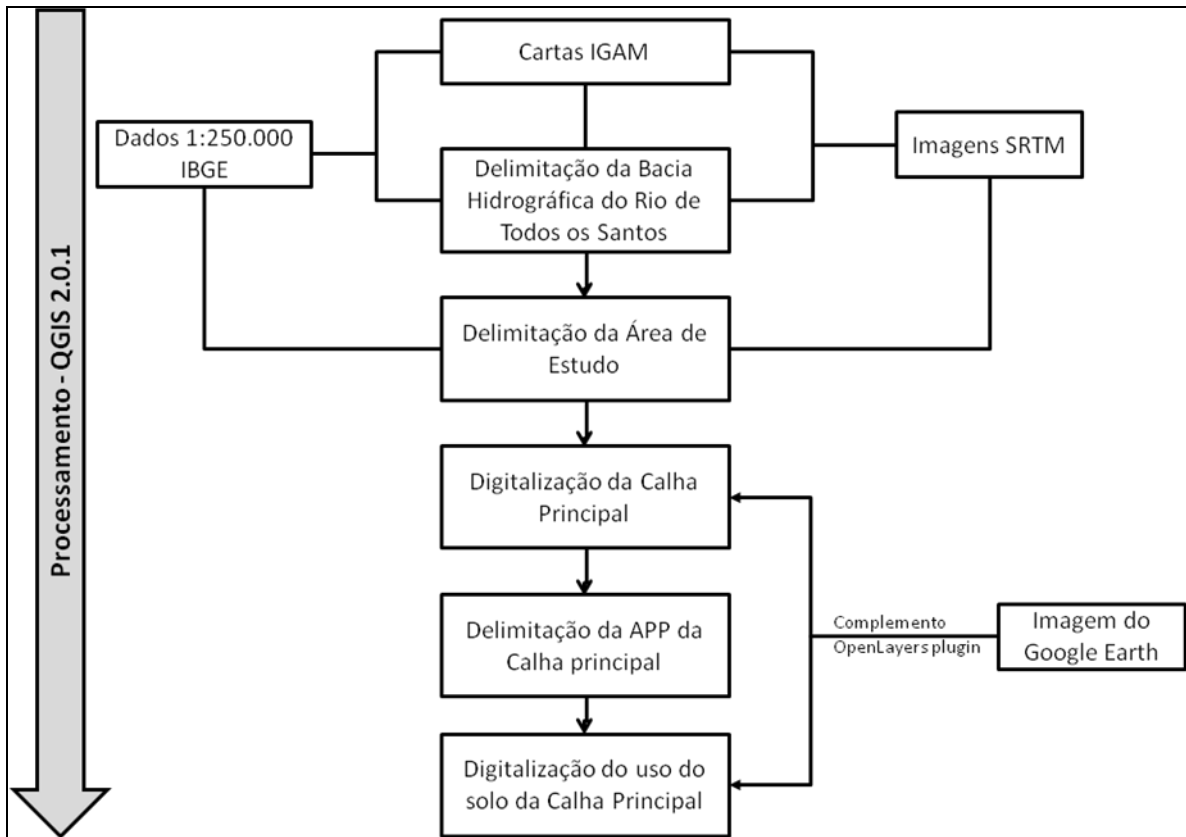


Figura 1: Esquema representativo das etapas de elaboração do diagnóstico das áreas de preservação permanente da calha principal do Rio de Todos os Santos.

Com o auxílio do software de geoprocessamento QGIS 2.0.1, foi recortada, dentro do conjunto de rios que compõem a Bacia do Rio Mucuri, a linha que representa o curso do Rio Todos os Santos.

Para a delimitação da bacia hidrográfica do Rio de Todos os Santos foram utilizadas os cursos d'água representados em escala de 1:250.000 disponibilizados pelo IBGE, juntamente com um Modelo Numérico de Terreno (MNT) elaborado pela missão Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) e processado pela Embrapa (MIRANDA, 2005) para o território brasileiro e disponibilizado segundo a articulação das folhas topográficas em escala 1:250.000.

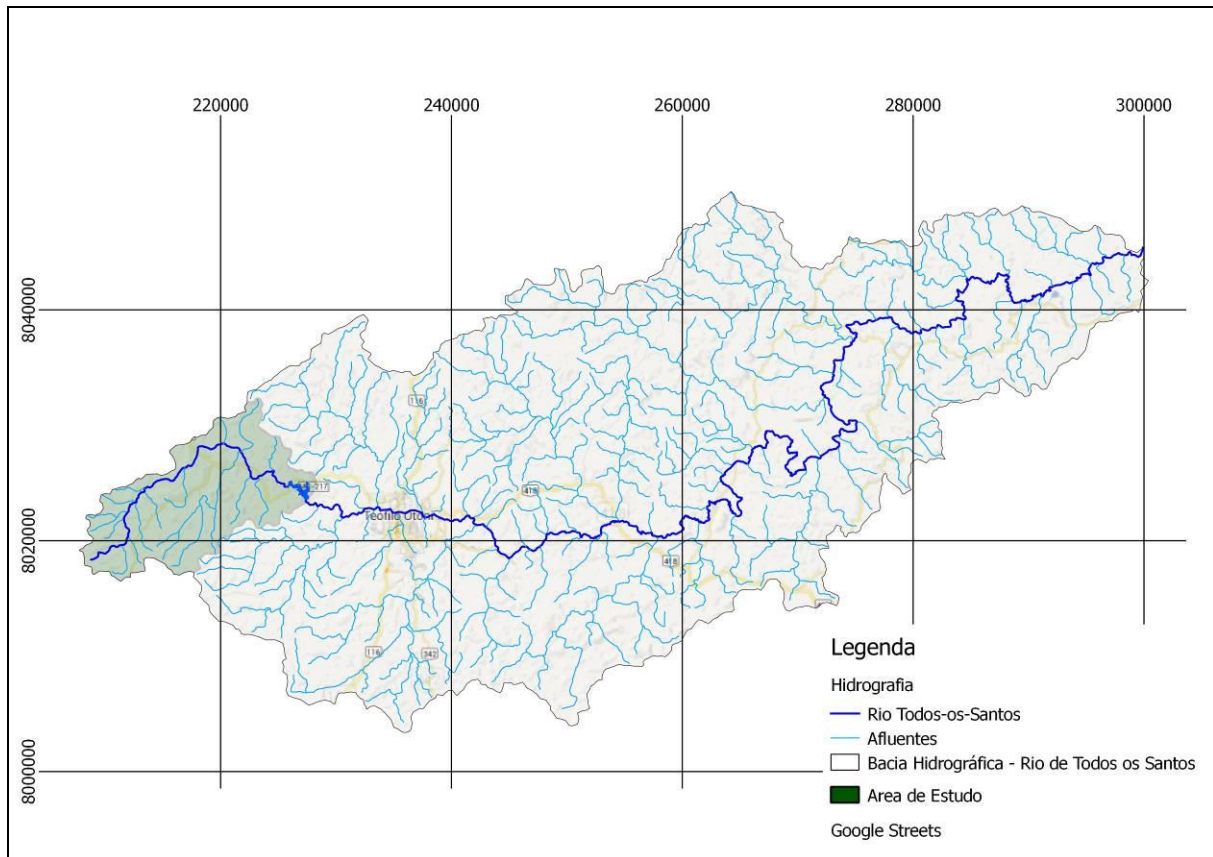


Figura 2: Área de estudo, a montante da cidade de Teófilo Otoni, MG e sua localização no contexto da bacia hidrográfica do Rio de Todos os Santos.

Utilizando a calha principal do Rio de Todos os Santos desenhada em escala 1:250.000 e sobrepondo-a à imagem de satélite do Google Earth, no software inserida pelo complemento Openlayers plugin, e adotando-se uma escala de desenho 1:3000 e Sistema de Coordenadas WGS 84 / UTM zona 24 S, utilizando o comando “adicionar feições” do QGis, foi digitalizada a calha principal do curso do rio (da nascente até a barragem) e os limites do reservatório de forma mais precisa possível dentro da escala determinada (Figura 3).

Caracterização e diagnóstico ambiental das áreas de preservação permanente da calha principal do manancial de abastecimento da cidade de Teófilo Otoni, MG.

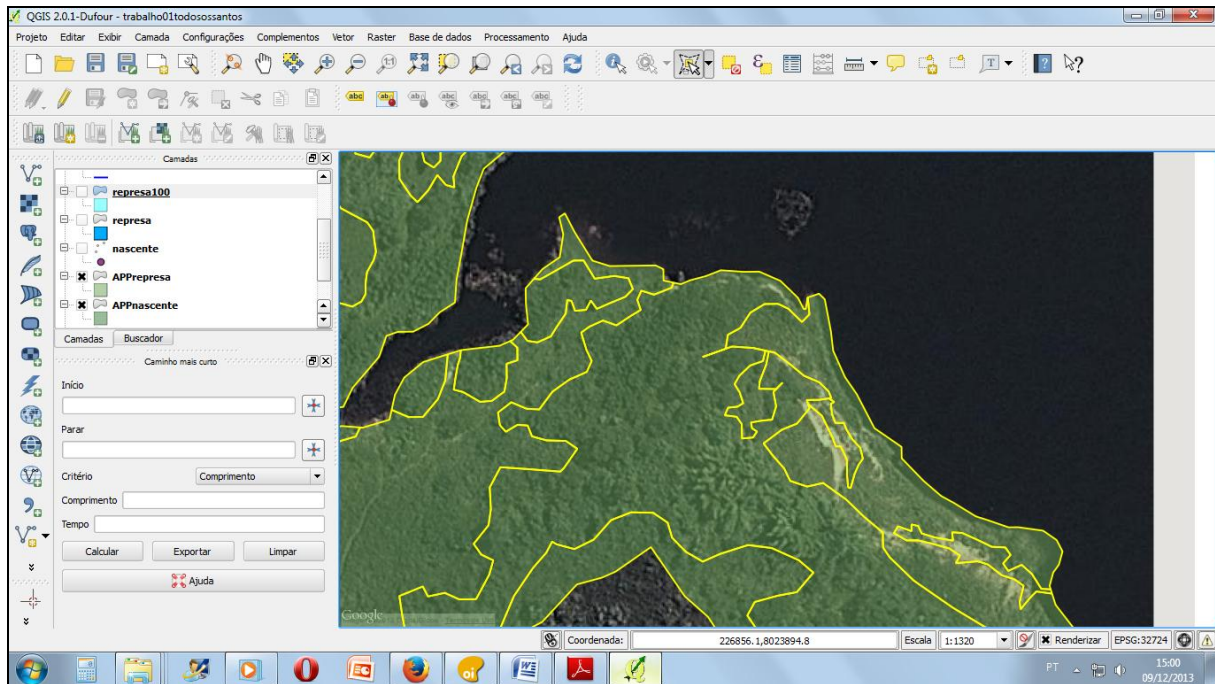


Figura 3: Utilização do Software livre QGIS 2.0.2, no processamento e análise dos dados e imagem do Google Earth, em escala 1:1320 e Sistema de Referência de Coordenadas: WGS 84 / UTM zona 24 S.

A partir da representação processada no Qgis, delimitou-se (em escala de 1:1320) as áreas de APP, utilizando o comando do software “geoprocessar buffer”, seguindo os valores determinados pelo Código Florestal (tabela 1).

Tabela 1: Dimensões das áreas de mata ciliar de acordo com a largura e natureza dos corpos d’água.

Situação	Largura Mínima da Faixa
Cursos d’água com menos de 10m de largura	30m em cada margem ao longo do curso
Cursos d’água com largura entre 10m e 50m	50m em cada margem ao longo do curso
Cursos d’água com largura entre 50m e 200m	100m em cada margem ao longo do curso
Cursos d’água com largura entre 200m e 600m	200m em cada margem ao longo do curso
Cursos d’água com largura superior a 600m	500m em cada margem ao longo do curso
Áreas no entorno de lagos e lagoas naturais com área de superfície de até 20 hectares	Largura mínima 50m de faixa marginal
Áreas no entorno de lagos e lagoas naturais com área de superfície acima de 20 hectares	Largura mínima de 100m para zona rural e 30m para zona urbana
Áreas em torno de nascentes e olhos d’água perenes	Raio mínimo de 50m.

Fonte: Adaptado de: Lei 12.651, de 25 de maio de 2012.

Tendo as áreas de preservação permanente como base, foram gerados, também a partir da interpretação visual da imagem de satélite mais recente disponibilizada pelo Google Earth, mapas com o uso das APP's. Para a digitalização utilizou-se o comando "quebrar feições", a partir das quais se criaram polígonos para distinguir e classificar os diferentes usos e ocupações do solo.

Posteriormente, de posse dessas informações e utilizando a imagem de satélite como base, foram realizadas os respectivos cálculos e análises relativas à ocupação e uso do solo nas áreas demarcadas. Utilizando o banco de dados criado no próprio QGIS 2.0.1 que possibilita o cálculo das áreas demarcadas.

Com relação à análise do uso e ocupação do solo, foram identificados os seguintes tipos: corpo d'água, edificação, estrutura da barragem, estrada, MG 217, pastagem, plantação, solo exposto, várzea e vegetação nativa.

Como corpo d'água, foram consideradas as áreas de lagos e pequenas barragens que não fazem parte da calha principal do rio, mas que estão dentro do limite da APP. Edificações, dentro do estudo, são todas as construções (casas, armazéns, galpões, ranchos, etc.). Refere-se à estrutura da barragem toda a parte da crista, estravadores e estruturas de acesso. As estradas consideradas foram todas as vias de transporte de veículos sem pavimentação e pontes sobre o rio e afluentes. A MG 217 compreende a rodovia que liga as cidades de Teófilo Otoni, MG e Poté, MG e que possui alguns trechos dentro dos limites da APP. Como pastagem, foram consideradas vegetações, aparentemente rasteiras com aspecto de gramíneas e alguns tipos de capins, bem como áreas com árvores isoladas e de vegetações que se assemelham a cerrados, circundadas por vegetação rasteira. Foram caracterizadas como plantações, áreas com aspecto de cultura uniforme de pequeno porte e regiões aparentemente aradas. Os solos expostos foram identificados como áreas visivelmente degradadas por ações humanas ou naturais, desprovidas de cobertura vegetal e algumas com aspectos de erosões e aluviões. Como áreas de várzeas foram consideradas aquela com vegetação caracteristicamente verdes aparentemente localizadas no leito do rio e de aspecto rasteiro. Foram consideradas áreas de vegetação nativa aquelas com aspecto de florestas preservadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudo delimitada é de 158,95 Km² o que representa 7,22 % da área de drenagem total da Bacia Hidrográfica do Rio de Todos os Santos que é de 2.200,80 Km². Essa área tem altitude máxima de 830 m, em seu ponto mais alto e altitude mínima de 520 m na represa de abastecimento hídrico da cidade de Teófilo Otoni - MG, conforme apresentado na Figura 4.

Utilizando-se de técnicas de análise geográfica foi possível determinar que a área de estudo apresenta um total de 118,18 Km de córregos e rios (em escala 1:250.000), dos quais 31, 17 Km (26,37%) correspondem a calha do Rio de Todos os Santos na área de estudo.

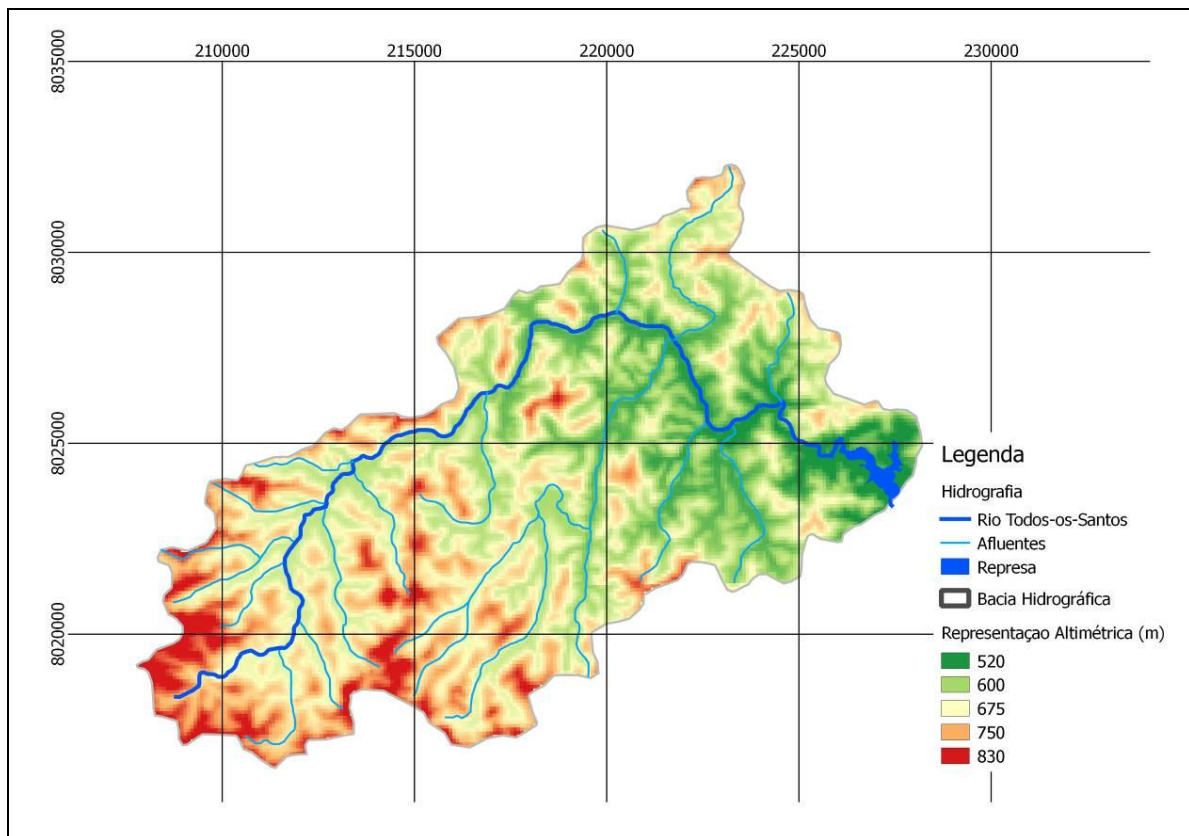


Figura 4: Representação altimétrica e hidrográfica da área de estudo compreendida pelas nascentes do Rio de Todos os Santos até a represa de abastecimento hídrico da cidade de Teófilo Otoni – MG. (Sistema de Referência de Coordenadas: WGS 84 / UTM zona 24 S)

A carta imagem da área (Figura 5) foi elaborada com o objetivo de realizar uma análise expedita do uso e ocupação do solo dessa região cuja grande preocupação

é com a conservação dos recursos hídricos que vão assegurar a água do reservatório de abastecimento da cidade de Teófilo Otoni.

Observa-se pela imagem da Figura 5 que a área apresenta manchas maiores de vegetação nativa, principalmente floresta (áreas em verde escuro) principalmente em topos de morro. As áreas mais baixas, onde se localizam córregos e rios, estão em sua grande maioria ocupadas por pastagem.

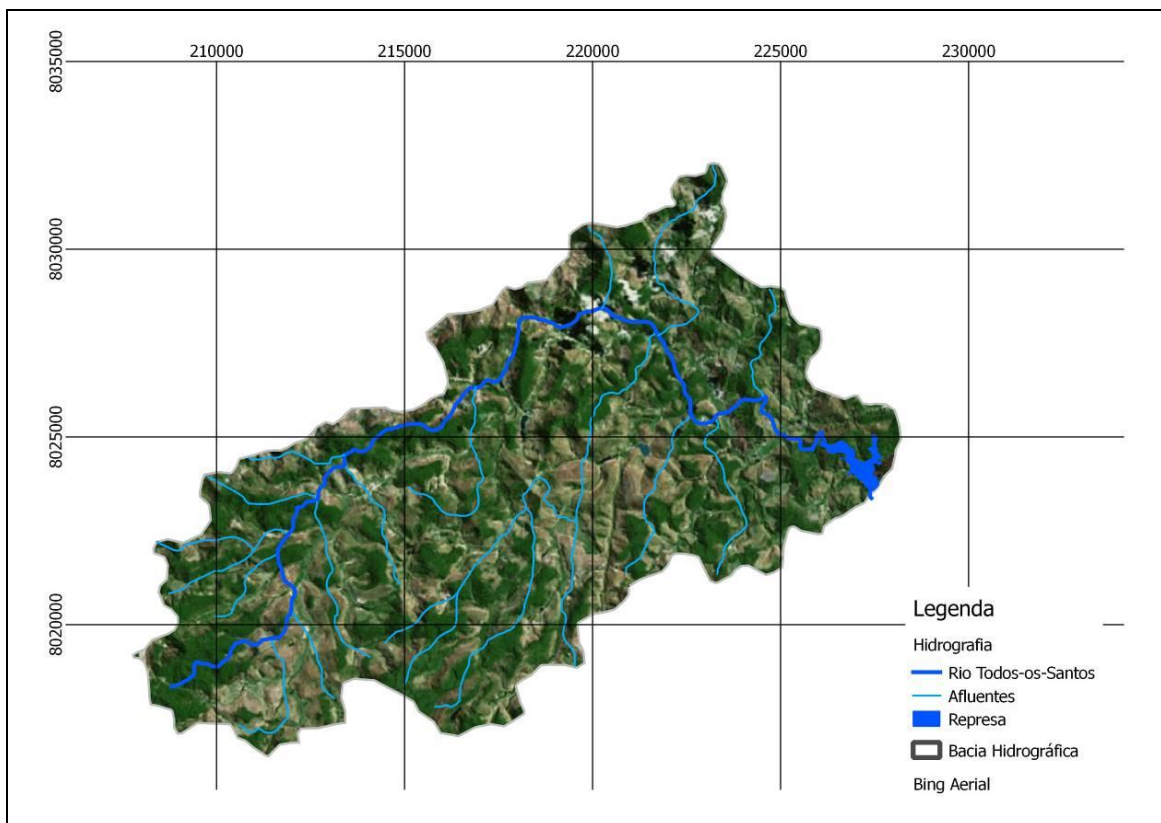


Figura 5: Carta Imagem obtida a partir do globo virtual Bing da Microsoft Corporation representando a área de estudo compreendida pelas nascentes do Rio de Todos os Santos até a represa de abastecimento hídrico da cidade de Teófilo Otoni – MG. (Sistema de Referência de Coordenadas: WGS 84 / UTM zona 24 S).

Em se tratando do uso e ocupação do solo (figura 6), a análise da área estudada, tendo em vista os recursos disponíveis e desconsiderando a precisão dos dados, aponta que a região de APP da nascente do Rio Todos os Santos, que deveria ser totalmente recoberta por floresta (vegetação nativa) de acordo com o código florestal, possui uma área total de 7.726,00 m², apresenta 56,56% de sua

área constituída por vegetação nativa, 42,34% composta por pastagem e 1,10% por solo exposto.

Com relação ao uso e ocupação do solo na região de APP da calha principal estudada (área total de 2.076.059,00 m²), constata-se que a pastagem representa a maior parte da área (60,32%), seguindo por vegetação nativa (34,03%).

Com área total de 983.272,00 m², a área de APP em torno da represa é constituída em 53,53% de pastagem e 40,50% de vegetação nativa, seguido, com menor expressão, por solo exposto, estrada e estrutura da barragem.

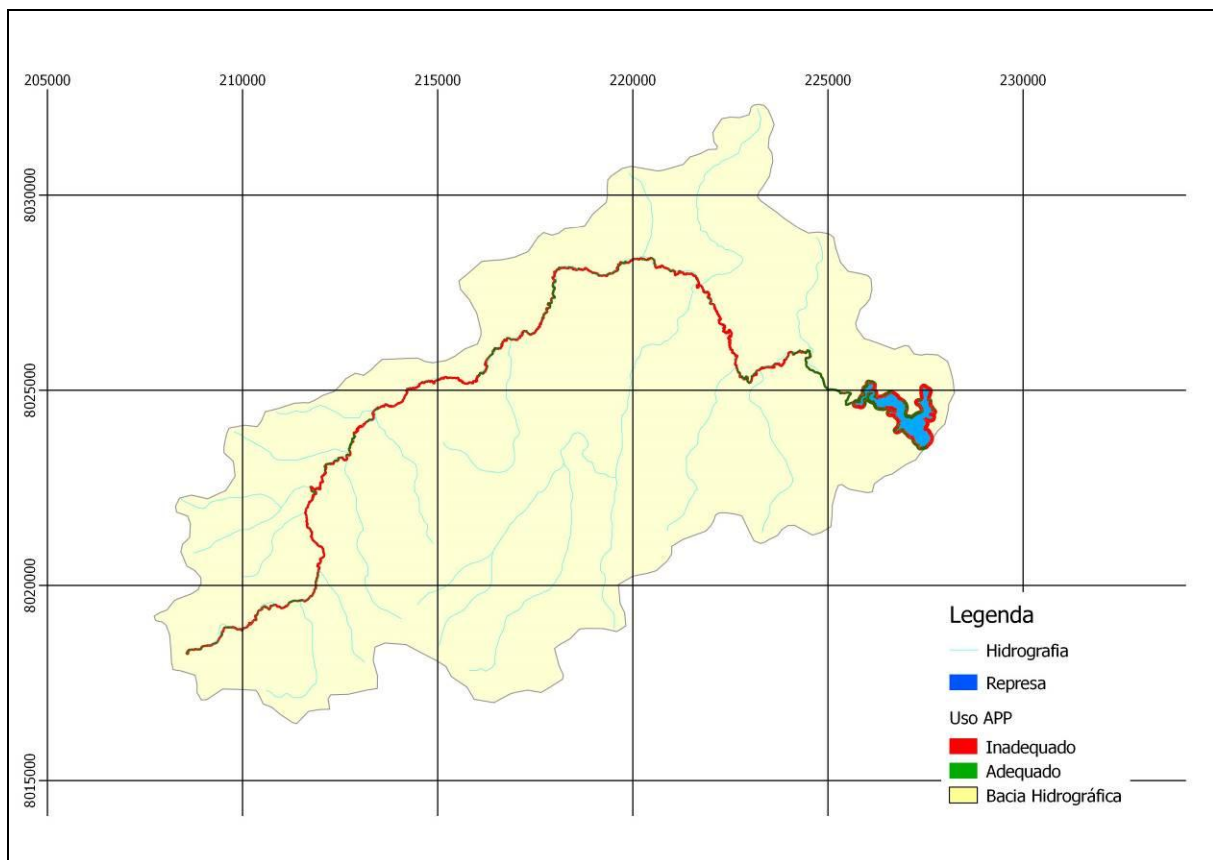


Figura 6: Representação do tipo de uso do solo das áreas de preservação permanente ciliares da calha principal do Rio de Todos os Santos da nascente até a represa de abastecimento hídrico da cidade de Teófilo Otoni – MG. (Sistema de Referência de Coordenadas: WGS 84 / UTM zona 24 S).

A tabela 2 mostra de maneira geral, a situação de uso e ocupação do solo da área estudada. Pela sua análise pode se constatar que a maior parte da área de APP da região estudada era composta por pastagem (aproximadamente 58%), seguida por vegetação nativa (aproximadamente 36%). Os 6% restantes

compreende áreas de várzea, edificações, estrada, plantações, solo exposto, MG 217, corpo d'água e estrutura da barragem, juntas.

Tabela 2: Uso e ocupação do solo das áreas de APP's da calha principal na região de estudo e da nascente do Rio Todos os Santos, e da represa de abastecimento hídrico da cidade de Teófilo Otoni, MG em m².

Uso e Ocupação do Solo	Área (m ²)				
	Calha	Nascente	Represa	Total	Porcentagem (%)
Corpo d'Água	1.099	-	-	1.099	0,04
Edificação	15.151	-	-	15.151	0,49
Estrutura da Barragem	-	-	19.162	19.162	0,62
Estrada	17.264	-	15.409	32.673	1,07
MG 217	-	-	6.793	6.793	0,22
Pastagem	1.256.356	3.271	522.667	1.782.294	58,11
Plantação	7.915	-	-	7.915	0,26
Solo Exposto	2.746	85	23.791	26.622	0,87
Várzea	66.811	-	-	66.811	2,18
Vegetação Nativa	708.717	4.370	395.450	1.108.537	36,14
Total	2.076.059	7.726	983.272	3.067.057	100,00

A figura 6 apresenta um panorama geral relativo ao uso e ocupação do solo, considerando como uso inadequado: pastagem, solo exposto, edificações, plantações, estradas e a MG 217. E como uso adequado: a vegetação nativa, área de várzea e corpos d'água. Enquadra-se nesse último a estrutura da barragem.

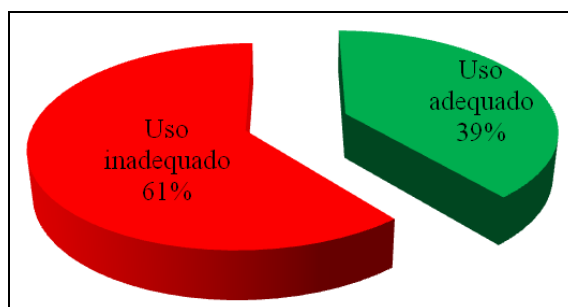


Figura 6: Gráfico representativo do uso e ocupação do solo na área de preservação permanente da região estudada.

As áreas de pastagens e solo exposto podem ser considerados de fácil reflorestamento (o que representaria cerca de 95% de uso legal), no que se refere a empecilhos legais. Com relação aos corpos d'água, várzea e estrutura da barragem, essas podem ser consideradas como uso legal. O maior problema seria com relação às edificações e plantações (aparentemente de agricultura de subsistência) que careceria de maiores interferências legal (desapropriação, indenização, etc.) e a MG 217 que envolveria entre outros fatores, custos financeiros diretos e indiretos além do que seria a degradação de uma área para a recomposição de outra ainda que de maior importância.

Considerando-se os benefícios indiretos no que diz respeito ao uso adequado das áreas de APP, com relação às edificações pode-se analisar o seguinte: a proximidade de residências, por exemplo, às margens do rio acarretará em problemas ligados à geração de resíduos que na maioria das vezes, por falta de controle acabam sendo descartados no leito do rio. O uso de fertilizantes e agrotóxicos em plantações nas proximidades do leito do rio sem os devidos cuidados podem trazer problemas como contaminação e eutrofização. Com relação às estradas e a MG 217, deve-se considerar a ocorrência de possíveis acidentes em tais trechos (nos limites da APP), que devido à proximidade à calha do rio poderiam causar sérios problemas de contaminação. Nesse sentido, deve-se enfatizar a importância do uso adequado das APP's.

CONCLUSÕES

Analisando os dados apurados, pode-se constatar que a maior parte das áreas de APP da região estudada apresenta uso e ocupação inadequados. Dessas, a maior e mais significativa é a pastagem. Sendo assim, estas áreas precisam ser restauradas a fim de propiciar a manutenção dos recursos hídricos.

A presença de matas ciliares é de extrema importância para, além da manutenção do equilíbrio natural (ciclo hidrológico, diversidade de espécies, evitar o assoreamento dos corpos d'água, etc.), ajuda na preservação da qualidade hídrica diretamente, servindo como barreira para materiais provenientes de lixiviação. Fato esse que pode influenciar na qualidade da água no reservatório de abastecimento da cidade de Teófilo Otoni, MG, diminuindo assim custos com tratamento.

Outro fator a se considerar são os benefícios indiretos provenientes da manutenção, preservação e recomposição das matas ciliares. No que se refere ao uso e ocupação do solo nesse aspecto, deve-se considerar as edificações, estradas, plantações e a MG 217 que podem trazer inúmeros transtornos com relação à qualidade da água na represa de abastecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDEN, A. A. E.; SOARES, H. A. G.; SILVA, D. D.; OLIVEIRA, I. C. Uso de dados SRTM e plataforma SIG na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Braço Norte do Rio São Mateus – Brasil. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672011000300005&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em 13 de agosto de 2013.

ARONOFF, S. **Geographic information systems: a management perspective**. Ottawa: WDL Publications, 1989. 294 p.

BRACKMANN, C. E.; FREITAS, E. M. Florística arbórea e arbustiva de um fragmento de mata ciliar de arroio Boa Vista, Teutônio, RS, Brasil. 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2236-89062013000200007&script=sci_arttext. Acesso em: 03 de agosto de 2013.

BRAGA, B. P. F.; FLECHA, R.; PENA, D. S.; KELMAN, J. Pacto federativo e gestão de águas. estudos avançados 22 (63), 2008. Disponível em: www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a03.pdf. Acesso em: 03 de Agosto de 2013.

BRASIL, 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 Leis 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. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em 25 de novembro de 2013.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios básicos em geoprocessamento. Sistemas de informações geográficas – aplicações na agricultura. Assad e Eyji. Embrapa. 2ª Ed, p. 3-11, 1998.

DONHA, A. G.; SOUZA, L. C. P.; SUGAMOSTO, M. L. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. Rev. bras. eng. agríc. ambient. vol.10 no.1 Campina Grande Mar. 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662006000100026&lang=pt. Acesso em: 29 de novembro de 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sinopse do Censo Demográfico 2010. Minas Gerais. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=29&uf=31>. Acesso em 26 de novembro de 2013.

MEDEIROS, C. F. F.; Abastecimento de água. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Campina Grande – PB. Disponível em: www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Abastece.pdf. Acesso em: 06 de dezembro de 2013.

MIRANDA, E.E.; Brasil em Relevô. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 26 de agosto de 2013.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. Rev Saúde Pública, 2002. Current Comment. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v36n3/10502.pdf>. Acesso em: 03 de agosto de 2013.

NUNES, F. P.; PINTO, M. T. C. Decomposição do folhedo em reflorestamento ciliar na bacia hidrográfica do rio São Francisco, Minas Gerais. CERNE vol.18 no.3. Lavras July/Sept. 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-77602012000300009&lang=pt. Acesso em: 29 de novembro de 2013.

OLIANI, L. O.; PAIVA, C.; ANTUNES, A. F. B. Utilização de softwares livres de geoprocessamento para gestão urbana em municípios de pequeno e médio porte. IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação Recife -PE, 06-09 de Maio de 2012p. 001-008. Disponível em: http://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIV/CD/artigos/Todos_Artigos/058_1.pdf. Acesso em: 29 de novembro de 2013.

PATRÍCIO, Z. M.; POMPÊO, C. A.; CAMPANELLA, E. M. S. A Política Nacional de Recursos Hídricos e a Política Nacional de Promoção da Saúde no Contexto de Formação de Gestores Públicos. Saúde Soc. São Paulo, v.21, n.2, p.479-491, 2012. Disponível em: www.scielo.br/pdf/sausoc/v21n2/a20v21n2.pdf. Acesso em: 03 de agosto de 2013.

PORTO, M. F. A.; LA LAINA, R. P. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados 22 (63), 2008. Disponível em: www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a04.pdf. Acesso em 03 de agosto de 2013.

SANTANA, D. S.; SPAROVEK, G. retenção de sedimentos removidos de áreas de lavoura pela mata ciliar, em Guiatuba (GO). 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832011000500035&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em 03 de agosto de 2013.