

REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

ESTUDO DA QUALIDADE AMBIENTAL DE APP DE NASCENTES DA BACIA DO RIBEIRÃO JOSÉ PEREIRA, COM O AUXÍLIO DO GEOPROCESSAMENTO¹

NÍVEA ADRIANA DIAS PONS², ISABELA ZANON PEREIRA³

¹ Apresentado no XII Seminário de Meio Ambiente e Energias Renováveis

² Professora Doutora Nívea Adriana Dias Pons e pesquisadora no Nível de Estudos, Planejamento Ambiental e Geomática/UNIFEI;

E-mail: niveadpons@gmail.com

³ Graduanda em Engenharia Ambiental/UNIFEI;

E-mail: isabelazanop@hotmail.com

RESUMO

Neste trabalho, objetivou-se analisar a qualidade ambiental das nascentes da bacia hidrográfica do ribeirão José Pereira, localizado no município de Itajubá-MG. Para tanto, utilizou-se o Sistema de Informações Geográficas (SIG) para a delimitação das Áreas de Proteção Permanente (APP) das respectivas nascentes, elaboração dos mapas de Hipsometria e Declividade, além do Mapa de Uso e Ocupação do Solo. Dentre os resultados, constatou-se que das 63 APPs de nascentes mapeadas, apenas 29% estão protegidas por vegetação, os restantes encontram-se da seguinte forma: 37% pastagem; 6% Urbanização; 5% plantio; 3% solo exposto e 20% transição entre essas áreas. Além disso, constatou-se também, a partir da análise do Mapa de Uso e Ocupação do Solo dos anos de 2012 e de 2015, o aumento da pastagem de 49,78% para 51,56% e, da agricultura, de 1,29% para 3,93%. Como consequência, houve uma redução da vegetação, de 41,1% para 38,02%. Por conseguinte, para a validação dos resultados encontrados e para teste da metodologia do Índice de Qualidade Visual (IQV), foram avaliadas 5 nascentes, com base no questionário modificado de Melloni (2001). Nas APP de nascentes onde foram encontradas áreas de pastagem e transição, estas apresentaram um IQV baixo, representando existência de degradação

ambiental, principalmente pelo fato de que em nenhuma é respeitada a distância de 50 m exigida pela Legislação Ambiental (Nº 12.727/12). Por fim, constatou-se que é necessária uma maior fiscalização, medidas de recuperação da vegetação e, também, programas de conscientização sobre a importância das Matas Ciliares em APPs, para a proteção das nascentes.

Palavras-chave: Mata ciliar, Nascentes e Geoprocessamento.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico de forma desigual, a intensa urbanização e o aumento da demanda da água, geraram severas consequências ao meio ambiente que resultou, no século XXI, em uma maior atenção internacional aos recursos naturais, colocando-os com o mesmo grau de importância das discussões econômicas e políticas. Como pode ser observado no ano de 2013 que foi considerado o Ano Internacional de Cooperação pela Água, com o objetivo de se alertar e discutir sobre a necessidade de se administrar melhor esse recurso, diante da escassez hídrica que atinge 11% da população mundial, segundo a UNESCO (2013).

Dentre esses recursos naturais, os recursos hídricos podem assumir uma posição central frente a essa discussão, pois a geração de energia, cerca de 67,9%, de acordo com o Balanço Energético do Ministério de Minas e Energia (2015), a produção de alimentos, a biodiversidade e as mudanças globais, estão relacionados diretamente com esse recurso.

Nota-se, então, a importância do investimento em pesquisas relacionadas aos recursos hídricos, principalmente voltados a sua gestão integrada. Pois, a falta de água não afeta somente a disponibilidade de água tratada nas residências, mas também nas indústrias, na agricultura e como fonte de energia para o país.

Dessa forma, ao se analisar de forma integrada o recurso hídrico, contemplando o ciclo hidrológico e a bacia hidrográfica, é fácil visualizar a importância das nascentes, devido a sua dinâmica hidrológica. Uma vez que, elas são fundamentais na interação solo-água, marcando a passagem da água subterrânea para a superficial. Logo, são parcialmente responsáveis pela geração do recurso hídrico de mais fácil acesso à população e setores econômicos.

Essa especificidade ambiental que condiciona as nascentes, somado com sua complexidade hidrológica, geomorfologia e pedológica, impõe a necessidade de sua proteção.

Além disso, o fato de estar previsto em Lei Federal, faz com que elas ocupem um ponto central para investimentos em estudos e tecnologias voltados para sua conservação e proteção, com a finalidade de manutenção do equilíbrio hidrológico.

Sendo assim, uma alternativa de se fazer um estudo da qualidade ambiental das nascentes, é analisar a qualidade ambiental das suas Áreas de Proteção Permanente, já que o relevo e a geografia dessas áreas podem afetar diretamente os seus parâmetros químicos, físicos e biológicos. O Caderno de Mata Ciliar (2009), Felipe (2009), Soares (2005) e Carvalho (2015) são alguns autores que consideraram essa área de proteção um parâmetro fundamental para a análise da qualidade das nascentes.

Dessa maneira, o presente estudo teve como objetivo analisar a qualidade ambiental das Áreas de Proteção Permanente da Bacia Hidrográfica do Ribeirão José Pereira utilizando como principal suporte as ferramentas do Geoprocessamento - Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica (SIG).

O Sensoriamento Remoto é um grande aliado ao se pensar em uma melhor gestão dos recursos hídricos, pois é possível obter informações periódicas de alvos na superfície terrestre, de modo a gerar resultados constantemente, não necessitando de visitas periódicas a campo para se obter resultados precisos e rápidos.

Já, o SIG permite integrar diversas informações, como as imagens da superfície obtidas no sensoriamento com Modelos Digitais de Elevação, a partir de técnicas matemáticas e computacionais, criando assim, um modelo virtual do mundo real. Logo, facilita a interpretação dos resultados finais com a geração de mapas.

E finalmente, vale ressaltar a utilização do Índice de Qualidade Visual (IQV), para a análise das APPs, como comprovação dos resultados encontrados, por meio do geoprocessamento, e também para teste da metodologia do Índice de Qualidade Visual, como uma ferramenta em campo para a análise de sua qualidade, por ser uma ferramenta que possui vantagens de ser aplicada, por ser direta, econômica e rápida. (FREITAS, 2009).

MATERIAIS E MÉTODOS

As atividades realizadas no estudo podem ser apresentadas, de uma maneira geral, no fluxograma abaixo:

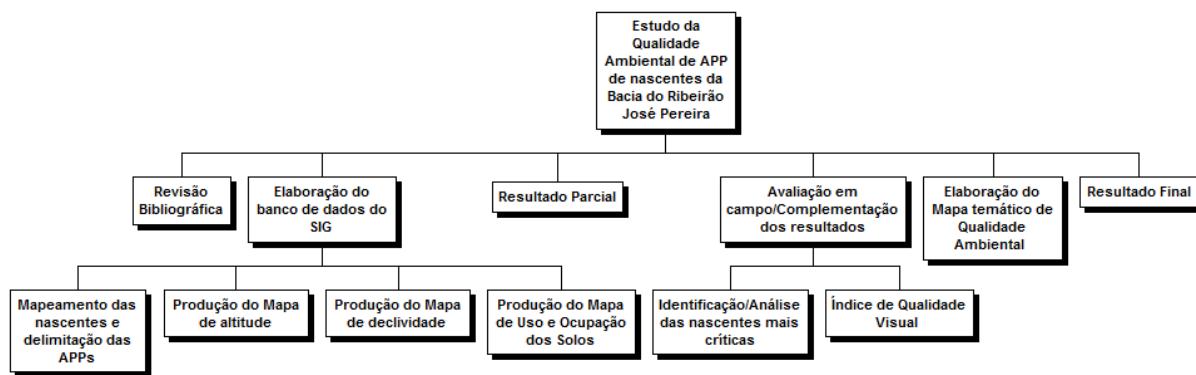


Figura I. Fluxograma das etapas do estudo. **Figure I.** Fluxogram of the study steps

Caracterização da área de Estudo

A bacia hidrográfica do Ribeirão José Pereira está estabelecida totalmente dentro do município de Itajubá, no sul de Minas Gerais, entre os meridianos $45^{\circ} 27' 36''$ e $45^{\circ} 20' 59''$ W e os paralelos $22^{\circ} 24' 55''$ e $22^{\circ} 26' 21''$ S. Possui uma área de aproximadamente 39,5 km² e é delimitada ao sul, pela Serra da Pedra Amarela, a leste, pela Serra da Água Limpa, a norte, pelas Serras do Juru e dos Toledos e a oeste por pequenos divisores de água que separam a bacia do rio Sapucaí (FLAUZINO, 2012).

A altitude dessa bacia hidrográfica varia entre 849 e 1.775 m, sendo que a região oeste possui as menores altitudes, entre 849 e 1.705m, onde está situado o núcleo urbano. Já na região leste possui as maiores altitudes, entre 1.708 e 1.775m, onde se encontra a Serra do Juru e a Serra dos Toledos, como pode ser observado na Figura II.

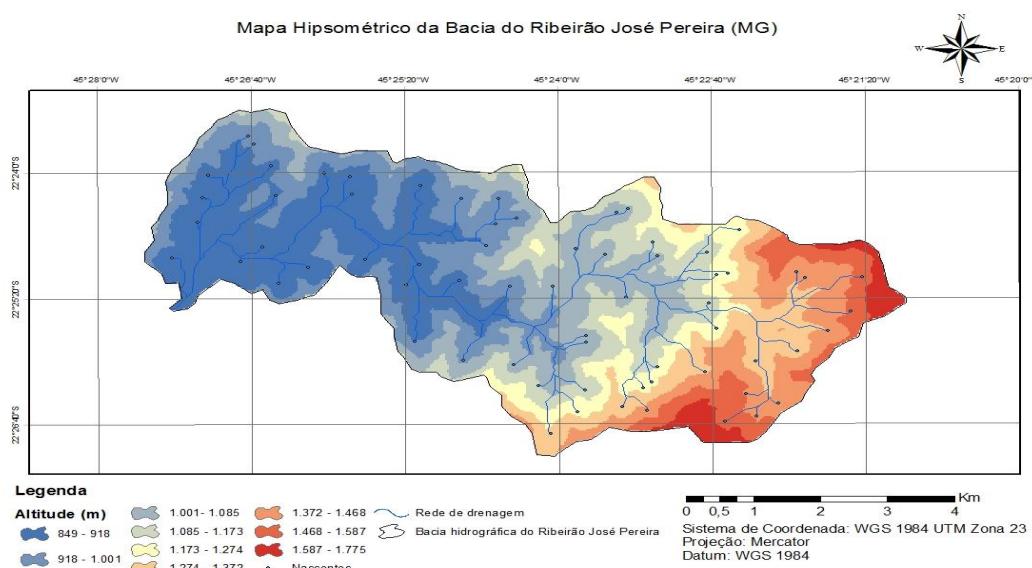


Figura II. Mapa Hipsométrico da Bacia do Ribeirão José Pereira. **Figure II.** Hypsometric Map of the Basin Stream José Pereira. **Fonte:** Autor

Além da altitude, a declividade é um parâmetro importante a ser analisado, já que ela mede a inclinação do relevo nesta região. Sendo assim, analisando a Figura III, é notório que há um predomínio entre declives de 15 a 45%, caracterizando o relevo como Forte Ondulado, cujo escoamento superficial é muito rápido na maior parte dos solos (LEPSCH, 1991).

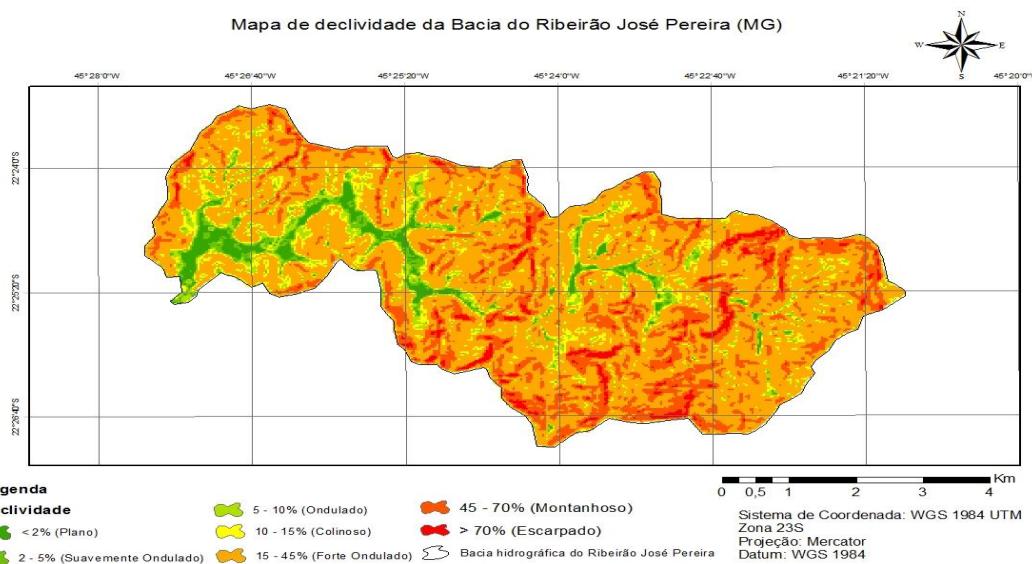


Figura III. Mapa de declividade da Bacia do Ribeirão José Pereira. **Figure III.** Map of slope of the Basin Stream José Pereira. **Fonte:** Autor

Geoprocessamento

As atividades envolvendo o geoprocessamento que corresponde à manipulação dos dados referentes à Bacia do Ribeirão José Pereira, atrelados a um atributo geográfico, foram executadas do ArcGis 10.3.1, que é um software de Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Dessa forma, em primeiro lugar foram obtidos os dados necessários:

- Imagem de Satélite Rapideye, com resolução espacial de 5 m e resolução radiométrica de 16 bits, de outubro de 2015 (GEO CATÁLOGO do MMA, 2016) e;
- Modelo Digital de Elevação (MDE) – SRTM – com resolução de 30 m (TOPODATA, 2016).

Por conseguinte, foram gerados o Mapa de Altitude e o Mapa de Declividades da região a partir do MDE Topodata. Também foi gerado o Mapa de Uso e Ocupação do Solo através da Classificação Supervisionada por Máxima Verossimilhança da imagem do satélite Rapideye.

Com o mapa de Uso e Ocupação do solo foi possível analisar qual era a real situação de cada APP das 63 nascentes mapeadas. Em outras palavras, foi possível determinar de forma quantitativa a proporção de APP nas classes geradas. Bem como comparar esse resultado, com o resultado obtido por Flauzino (2012).

Visitas em campo e complementação dos resultados

Foram selecionadas cinco nascentes próximas a área urbana, incluindo então áreas de pastagem e transição (Tabela I), para a análise de suas APPs, como comprovação dos resultados encontrados, por meio do geoprocessamento, e também para teste da metodologia do Índice de Qualidade Visual, como uma ferramenta, em campo, para a análise de sua qualidade.

Tabela I. Nascentes selecionadas para visitas em campo. **Table I.** Springs selected for field visits.

Po nto	Coordenadas		Características
	Latitude	Longitude	
1	22°24'42.93" S	45°26'48.79" O	Área de transição entre mata e pastagem.
2	22°24'44.70" S	45°26'38.30" O	Área de transição entre mata e pastagem.
3	22°24'40.20" S	45°26'39.50" O	Área de pastagem.
4	22°25'4.50"S	45°26'8.10"O	Área de transição entre pastagem e urbanização.
5	22°25'4.40"S	45°26'8.90"O	Área de transição entre pastagem e urbanização.

O questionário do IQV aplicado (Tabela II) foi uma adaptação do proposto pelo Melloni (2001), em que principais parâmetros considerados foram as características inerentes ao solo, vegetação e cumprimento da legislação.

Tabela II. Questionário do IQV aplicado nas 5 nascentes selecionadas na Bacia do Ribeirão José Pereira. **Table 2.** IQV questionnaire applied to 5 springs selected in the Basin Stream José Pereira. **Fonte:** Adaptado de Melloni (2001)

Nome: _____

Dia/Nascente: _____

Parâmetro (Intervalo de qualificação)	Coeficiente de ponderação	Nascente 1	Nascente 2	Nascente 3	Nascente 4	Nascente 5
Solo						
Erosão (0-3)	100%					
Pedregosidade (0-3)	50%					
Fauna do Solo (0-3)	50%					
Vegetação						
Índice de Cobertura (0-3)	100%					
Índice de diversidade (0-3)	80%					
Porte/Estratificação (0-3)	50%					
Vigor Vegetativo (0-3)	100%					
Outros						
Fauna silvestre (0-3)	50%					
Legislação Vigente (0-3)	100%					
Observação (Quanto ao uso da água; acesso de animais de criação, veículos ou pessoas):						

Em primeiro lugar foi necessário eleger uma área, dentre as cinco selecionadas que continha um Índice de Qualidade Visual potencialmente maior. E assim, analisaram visualmente todos os parâmetros propostos para solo, vegetação e outro, avaliando-os de 0 a 3, em que 0 era a pior situação e 3 a melhor. Desse modo, obtiveram valores de referência de como seria a melhor situação, e, por conseguinte, aplicaram o questionário para as 4 áreas seguintes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para se identificar em qual situação que as APPs se encontram, foi gerado o Mapa de Uso e Ocupação do solo (Figura IV). Sendo então possível avaliar se essas áreas estão protegidas por vegetação ou não que, de acordo com Soares (2005) e Braga (2011), podem

contribuir com maior infiltração da água no solo e funcionarem como um filtro de água de superfície que se infiltra, liberando-as em boa qualidade e aos poucos, mesmo após as chuvas.

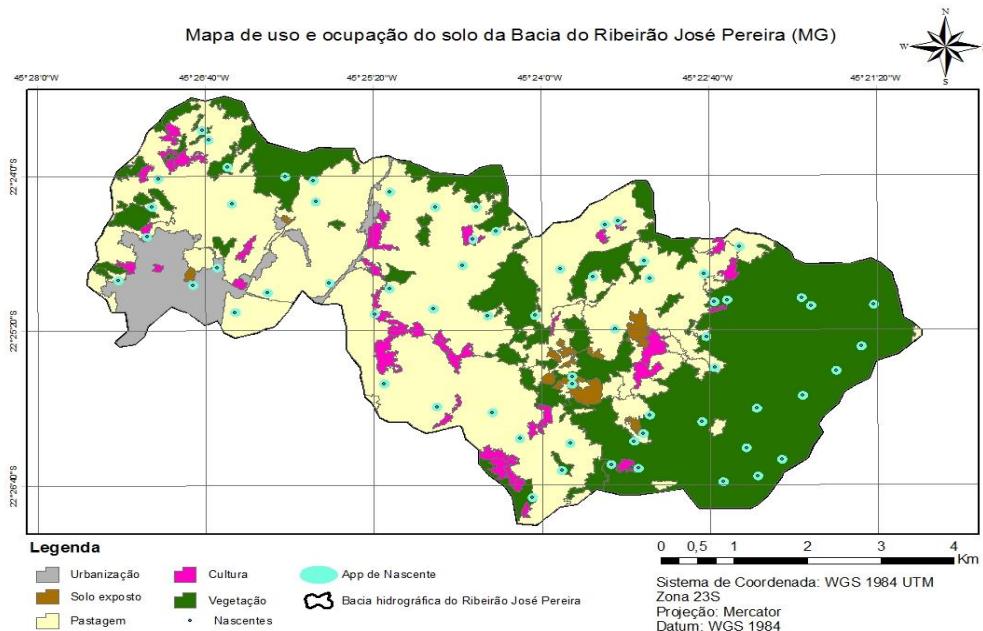


Figura IV. Figura 5. Mapa de uso e ocupação do solo da Bacia do Ribeirão José Pereira ressaltando as nascentes e suas Áreas de Proteção Permanente. **Figura V.** Map of land use and occupations of the Basin Stream José Pereira, highlighting the sources and their Permanent Protection Areas. **Fonte:** Autor

A partir da Figura V, conta-se que o uso e ocupação do solo predominante na Bacia do Ribeirão José Pereira é a pastagem, com cerca de 51,56% do total, e também que a maioria das nascentes se encontram nesta região, aproximadamente 37%. De acordo com Flauzino (2012), não foram constatadas práticas de manejo conservacionista, como terraços, cordões de isolamento e rotação de pastejo, nessa bacia. Além disso, foi observado o uso intensivo de queimadas para limpeza dos pastos, revelando, então, o alto índice de degradação sofrido na região e em especial nas APPs.

Em segundo lugar está a Vegetação, no caso remanescente de Mata Atlântica, com cerca de 38,02% do total, que foi conservado devido, principalmente, a Reserva Biológica da Serra dos Toledos. Então os 29% das APPs que se encontram nessa região, estão protegidas.

A urbanização é a terceira forma de uso e corresponde a 5,26% da área, compreendendo parte da cidade de Itajubá e também edificações ao longo da bacia. De acordo com Flauzino (2012), o processo de urbanização na Bacia do Ribeirão José Pereira se encontra em constante avanço, devido à ocorrência de loteamentos, áreas de empréstimo, aberturas de vias e construção de residência. Sendo assim, na área de urbanização foi

constatada a presença de quatro nascentes, que possuem suas APPs comprometidas, cerca de 6% do total, a partir da análise da Figura IV.

A agricultura na região é pouco praticada, comparada com a pecuária, representando apenas 3,93% da área, em quarto lugar. Nesta região não se encontra nenhuma nascente inserida, porém, devido a sua proximidade, as APPs acabam sofrendo as consequências desse uso e ocupação, representando 6% das APPs no total da bacia, logo estão em área de risco.

Por conseguinte, o solo exposto ocupa a última posição de uso do solo nessa bacia, 1,22% do total. Nessa classe de uso do solo estão inseridas estradas vicinais, as áreas de empréstimo, os deslizamentos e as áreas sem cobertura vegetal (FLAUZINO, 2012). Sendo assim, essa classe, mesmo apresentando a menor porcentagem de uso do solo, por apresentar duas nascentes com APPs completamente desprotegidas, cerca de 3% do total, são de extremas importância para a recuperação, por ser uma constante fonte de sedimentos, resultando na deterioração por erosão dessas nascentes.

Finalmente, 20% das APPs encontram-se em área de transição entre o remanescente de Mata, a pastagem, cultura, solo exposto e urbanização. Essas APPs acabam sofrendo de grande estresse, por receber os prejuízos não apenas de uma classe ou outra e sim de várias.

Por fim, comparando o Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Ribeirão José Pereira gerado com o obtido por Flauzino (2012), constatou-se que houve um aumento da pastagem de 49,78% para 51,56%, e da agricultura, de 1,29% para 3,93%, na bacia. E, como consequência, houve uma redução expressiva da vegetação, do remanescente de Mata Atlântica, de 41,1% para 38,02%. Esse resultado apresentado mostra que não houve a preocupação com a conservação da vegetação nessa região, nem a adoção de métodos de manejo conservacionista.

Comprovação dos Resultados

Após aplicar o questionário do IQV nas cinco Áreas de Proteção Permanente, foi realizado análise dos dados e encontrado um valor de Índice de Qualidade Visual para cada APP, conforme apresentado na Tabela III abaixo.

Tabela III. Resultados encontrados em campo com a aplicação do IQV nas cinco APP analisadas. **Table III.** Results found in camp about application of IQV in the five APP analysed.

APP	IQV
1	13,65
2	12
3	11,825
4	4,1
5	4,85
Valor Máximo	20,4

Nota-se, a partir da Tabela 5, que todas as áreas analisadas obtiveram um valor baixo de IQV – menor que 67% - comparado ao valor máximo, que representa a melhor situação dessas áreas (20,4). Logo, nenhuma APP encontra-se em ótimo estado de qualidade visual, quanto aos parâmetros analisados, representando existência de degradação ambiental, principalmente pelo fato de que em nenhuma é respeitada a distância de 50 m exigida pela Legislação Ambiental (Nº 12.727/12).

Finalmente na Figura VI é possível averiguar a qualidade ambiental das APP da Bacia do Ribeirão José Pereira conforme a cor que ela se encontra.

Figura V. Mapa de localização das nascentes. **Figura V.** Map of location of the springs.
Fonte: Autor

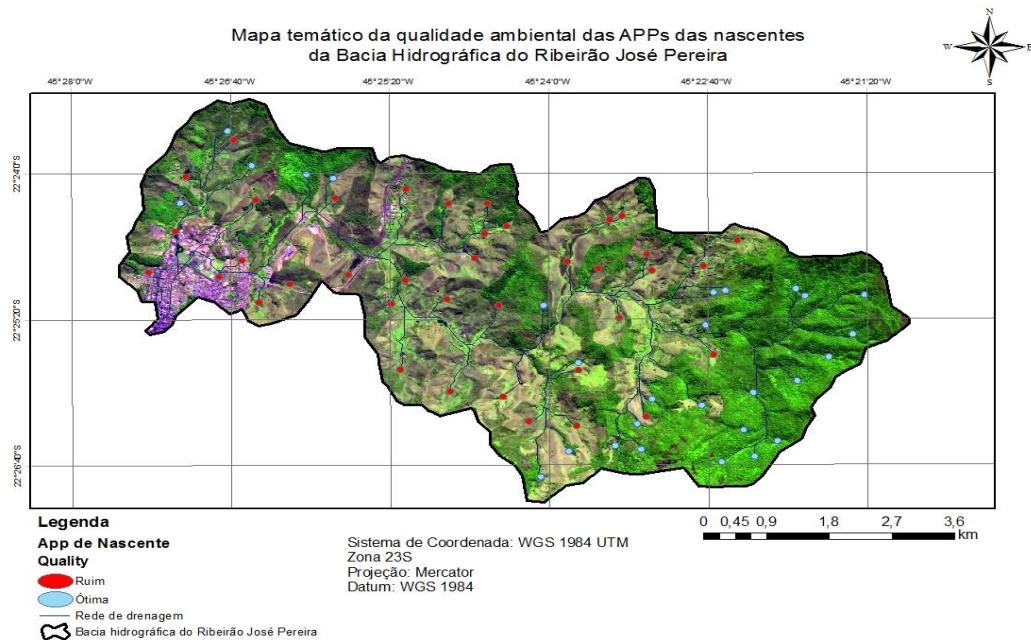


Figura VI. Mapa temático da qualidade ambiental das APPs de nascentes da Bacia do Ribeirão José Pereira. **Figure VI.** Thematic map of the environmental quality of the springs' APP of the Basin Stream José Pereira. **Fonte:** Autor.

A partir da Figura 9, nota-se que a qualidade ambiental da maioria das nascentes encontra-se ruim, levando-se em conta os parâmetros de vegetação e cumprimento da legislação vigente que puderam ser analisados com o auxílio do geoprocessamento. Logo, a Bacia do Ribeirão José Pereira necessita-se de medidas de recuperação e proteção das suas nascentes.

CONCLUSÕES

Por fim, foi concluído que na Bacia do Ribeirão José Pereira apenas 37,5% das nascentes encontram-se protegidas por Áreas de Proteção Permanente com vegetação. O restante encontra-se em áreas de pastagem, urbanização, solo exposto e agricultura, respectivamente, estando então sujeitas a intenso processo de degradação, afetando a qualidade da água química, física e biologicamente.

Além disso, com as visitas em campo e aplicação do método de Índice de Qualidade Visual, constatou-se que de todas as APP selecionadas nenhuma cumpria os 50 m de restrição previsto na Lei N° 12.727/12. E também, apresentavam grandes déficit de qualidade visual e ambiental quando comparados a uma APP protegida por vegetação. Logo, como já havia sido constatado, as nascentes da Bacia do Ribeirão José Pereira encontram-se em constante processo de degradação.

Sendo assim, é necessária uma maior fiscalização, por parte do governo, para o cumprimento da legislação das APP de 50 m das nascentes, medidas de recuperação da vegetação nessas áreas e também programas de conscientização sobre a importância das Mata Ciliares em APP, para a proteção das nascentes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família por me apoiarem durante a minha jornada de estudos, agradeço também a meus amigos, em especial a Naja Scarlat Honório, Anna Cristina Carvalho e Victor Cavalli por contribuírem com essa pesquisa na etapa de campo e aplicação dos questionários do Índice de Qualidade Ambiental, e também ao técnico da UNIFEI Oswaldo de Melo Rodrigues, por contribuir com seu conhecimento de campo sobre as nascentes.

Por fim, agradeço minha orientadora Nívea Adriana Dias Pons por me ensinar como realizar uma pesquisa e por me ensinar sobre Geoprocessamento, e também a Cinthia Mara Santos, por contribuir nessa pesquisa com seu vasto conhecimento no software ArcGis.

REFERÊNCIAS

- MELLONI, R. **Densidade e diversidade de bactérias diazotróficas fungos micorrízicos arbusculares em solos de mineração de bauxita.** Tese de Doutorado, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federade Lavras, Lavras. 2001.
- CADERNOS DA MATA CILIAS / Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Departamento de Proteção da Biodiversidade. - N 1 (2009) - São Paulo: SMA, 2009.
- FELIPE, M. F. **Caracterização e tipologia de nascentes em Unidades de Conservação de Belo Horizonte – MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais.** 275 f. Tese (Mestrado) - Curso de Análise Ambiental, Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- SOARES, P. V. **As interrelações de elementos do meio físico natural e modificado na definição de áreas potenciais de infiltração na porção paulista da bacia do rio Paraíba do Sul.** 179 f. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- CALHEIROS, R. O.; TABAI, F. C. V.; BOSQUILIA, S. V.; CALAMARI, M. (2004). **Recuperação e conservação de nascentes.** Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivarí e Jundiaí, Piracicaba - São Paulo, 53p. Disponível em: < <http://www.jorgeamaro.com.br/nascentes.pdf>>. Acessado em: 26 set. 2015.
- FLAUZINO, B. K. Degradação do solo pela erosão hídrica e capacidade de uso em subbacia hidrográfica piloto no sul de Minas Gerais. 2012. 91p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá (MG), 2012.
- LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso.** 4^a aproximação. Campinas: SBCS, 1991, 175p.
- SOARES, P. V. **As interrelações de elementos do meio físico natural e modificado na definição de áreas potenciais de infiltração na porção paulista da bacia do rio Paraíba**

do Sul. 179 f. Tese (Doutorado), Instituto de Geociênciа, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

BRAGA, R. A. P. As Nascentes como Fonte de Abastecimento de Populações Rurais Difusas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, n. 5, p.974-985, dez. 2011. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewFile/265/222>>. Acesso em: 26 set. 2015.