

MAPEAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE DEGRADAÇÃO DAS NASCENTES DA MICROBACIA DO RIBEIRÃO DOS PASSOS (MBRP) COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Flávia Ferraz

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena, Lorena, SP, Brasil
flavia.f@alunos.eel.usp.br

Giulia Moreira Tulha do Lago

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena, Lorena, SP, Brasil
giulia.mtdl@alunos.eel.usp.br

Dra. Danúbia Caporusso Bargas

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena, Lorena, SP, Brasil
danubiabargas@usp.br

RESUMO

O principal objetivo deste trabalho consistiu na realização do mapeamento e classificação do nível de degradação das nascentes da MBRP (Lorena-SP). A metodologia empregada teve como base a utilização de geotecnologias para mapeamento das formas de uso da terra das áreas de preservação permanente (APP's) e classificação do nível de degradação das nascentes da MBRP. Os resultados indicam que aproximadamente 61% do total das nascentes da MBRP apresentam-se em situação de degradação e apenas 8,4% em estado de preservação. Com base nos dados obtidos, busca-se oferecer subsídios para um planejamento e gestão ambiental adequados para a área de estudo.

Palavras-chave: Nascentes; Planejamento e Gestão Ambiental; Área de preservação permanente.

MAPPING AND CLASSIFICATION OF THE DEGRADATION LEVEL OF SOURCES IN THE MICROBACIA DO RIBEIRÃO DOS PASSOS (MBRP) AS SUBSIDY FOR ENVIRONMENTAL PLANNING

ABSTRACT

The main goal of this work was the mapping and classification of the degradation level of the sources in the MBRP (Lorena-SP). The methodology was based on the use of geotechnologies for mapping the land use of permanent preservation areas (PPAs) forms and classification of the degradation level in the sources of the MBRP. The results indicate that approximately 61% of the total MBRP sources are degraded and only 8.4% are preserved. Based on the results, this work seeks to offer subsidies for an adequate environmental planning and management for the study area.

Keywords: Sources; Environmental Planning and Management; Permanent Preservation Areas.

INTRODUÇÃO

Nascentes são manifestações superficiais de lençóis subterrâneos que dão origem aos cursos d'água. Partindo-se, portanto, do fato de que cada curso d'água tem a sua nascente, conclui-se que o número de cursos d'água de uma dada bacia é igual ao seu número de nascentes (VALIENTE e GOMES, 2015). Como afirma Cruvinel (2011) as nascentes são indispensáveis para a concepção e sustentabilidade dos rios e controle de erosão do solo. Entretanto, com a degradação das nascentes, o percurso de água pode ser prejudicado. Sendo assim, se não houver a proteção das nascentes, a vazão de água disponível será menor e os cursos d'água

podem secar, prejudicando a qualidade das águas e afetando todos os seres vivos que dependem dela para sobreviver.

Segundo Santana (2012), por marcarem a passagem da água subterrânea para a superficial as nascentes são ambientes singulares, com uma complexidade ambiental ainda pouco interpretada, sendo elementos hidrológicos de primeira importância para a dinâmica fluvial. As nascentes também são fundamentais para a conservação dos recursos hídricos e do ecossistema como um todo (TUNDISI, 2008). Neste contexto, considera-se que o levantamento e a distribuição espacial de dados, assim como o conhecimento das formas de uso da terra de em seu entorno e em suas áreas de preservação permanente (APP's), possibilita um manejo adequado dos recursos hídricos presentes na região, além de promover a conservação e/ou preservação de tais áreas.

O Código Florestal, Lei Federal 12.651/12, estabelece os parâmetros necessários para proteção e preservação das APP's. Dentre as quais, estão as APP's de nascentes, onde toda área dentro de um raio de 50 metros ao redor de uma nascente, é exclusivamente uma APP. Portanto, deve-se restringir o uso dessa área para evitar que a nascente fique sujeita à ocupação indevida, contaminando física, biológica e quimicamente a água. (BRASIL, 2009)

Com a intensificação das pressões antrópicas sobre o ambiente, as APP's estão submetidas a grandes extensões de degradação, observando-se assim um processo de substituição das paisagens naturais das nascentes por outros tipos de uso e ocupação da terra (ARES, 2006, citado por EUGENIO, 2010). Por conta disso, os principais desafios das agências governamentais, são a ausência de procedimentos uniformizados e da infraestrutura necessária para se apurar com o devido rigor as agressões ao meio ambiente (SOARES, 2011).

Segundo Medeiros e Câmara (2017) na perspectiva moderna de gestão do território, toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, a ocupação humana, e seu inter-relacionamento. As geotecnologias podem ser utilizadas como ferramentas para realização dessa análise, assim como, para tomada de decisão, controle e manutenção dos recursos hídricos, a partir da junção e sobreposição de vários planos de informação em que é necessário ter a localização como principal parâmetro (VIEL et al, 2013).

Portanto, o uso do geoprocessamento possibilita o armazenamento e gerenciamento de dados com rapidez e precisão, além de permitir a identificação de áreas propícias à degradação ambiental e a avaliação das estratégias de manejo antes que elas sejam adotadas (CÂMARA e DAVIS, 2002, citados por PINTO, 2003).

A região a ser estudada por este trabalho é a microbacia do Ribeirão dos Passos (MBRP) localizada em Lorena (SP). A MBRP faz parte do conjunto de microbacias hidrográficas que formam a bacia do Rio Paraíba do Sul e possui aproximadamente, 19 km², sendo que destes, 10% correspondem à área da Floresta Nacional (FLONA) de Lorena.

O grande problema desta região é a degradação exacerbada que os corpos hídricos vêm sofrendo ao longo destes anos devido a fatores como a concentração populacional, a perda da mata nativa, o pastoreio e os resíduos sólidos lançados em locais inapropriados, sendo estes alguns dos impactos negativos de maior frequência na grande maioria dos rios e nascentes do território brasileiro (SANTANA; MARTINS; SANTOS, 2016).

Tendo em vista a importância do conhecimento da localização das nascentes para a conservação e proteção dos recursos hídricos, o principal objetivo deste trabalho foi realizar uma análise do nível de degradação das nascentes da MBRP a partir da utilização de geotecnologias, buscando oferecer subsídios para um planejamento e gestão ambiental adequados para a área.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizado uma revisão da literatura relacionada ao tema e à área de estudo. O levantamento do material bibliográfico geral e específico se deu principalmente através de consultas em sites oficiais como IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Fundação SEADE, bem como sites do Governo Federal e da Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Além disso, foram consultados artigos científicos, livros, dissertações e teses

disponíveis em bases virtuais de universidades e instituições de pesquisa, além do material analógico disponível nas bibliotecas da Escola de Engenharia de Lorena.

O processamento de dados foi realizado com o auxílio do software de geoprocessamento ArcGIS 10.3. Para elaborar a base de dados georreferenciados que serviu para a delimitação das APP's foram utilizados dados e informações cartográficas e de sensoriamento remoto disponibilizados por instituições como o Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC), o IBGE e a Fundação SEADE.

Para a delimitação da microbacia partiu-se dos arquivos *shp* referente às curvas de nível, aos pontos cotados e à rede hidrográfica da área. O procedimento adotado foi a delimitação de uma feição vetorial no formato de polígono que teve como início a foz (parte mais baixa do trecho em estudo do curso d'água principal) do Ribeirão dos Passos. Para definição do limite da microbacia propriamente dita, partiu-se da foz e conectou-se os pontos mais elevados, tendo por base as curvas de nível e os pontos cotados para fechamento do polígono que representa o limite da microbacia.

O procedimento seguinte foi a geração do arquivo de feições pontuais que representa as nascentes da MBRP. Para tanto foi utilizado o arquivo *shp* referente aos cursos d'água presentes na área estudada. A partir da operação "*Vertice to Points*" do ArcGIS 10.3, que serve para gerar automaticamente um ponto no início de cada linha, representando sua coordenada inicial, foram criados pontos que, neste caso, representam as nascentes de cada curso d'água da área definida. Neste trabalho foram consideradas as nascentes fixas e perenes, que são aquelas que se manifestam essencialmente durante o ano todo, mas com possíveis alterações nas vazões ao longo do mesmo, devido às variações das estações do ano. Na sequência, foi feita uma checagem dos pontos gerados buscando identificar eventuais falhas relacionadas a esta operação. Para extração das coordenadas de cada nascente foi utilizado o comando "*Add XY Coordinates*", disponível no módulo *ArcToolBox* do ArcGIS 10.3.

Para o mapeamento das APP's de nascentes foram realizados cálculos de área de abrangência (*buffers*), onde foram geradas subdivisões geográficas bidimensionais na forma de faixas, cujos limites externos possuem uma distância fixa e os internos são formados pelos limites da unidade geográfica em uso. Logo, selecionou-se a ferramenta *Buffer*, definiu-se a unidade em metros e o valor de 50 de acordo com a legislação.

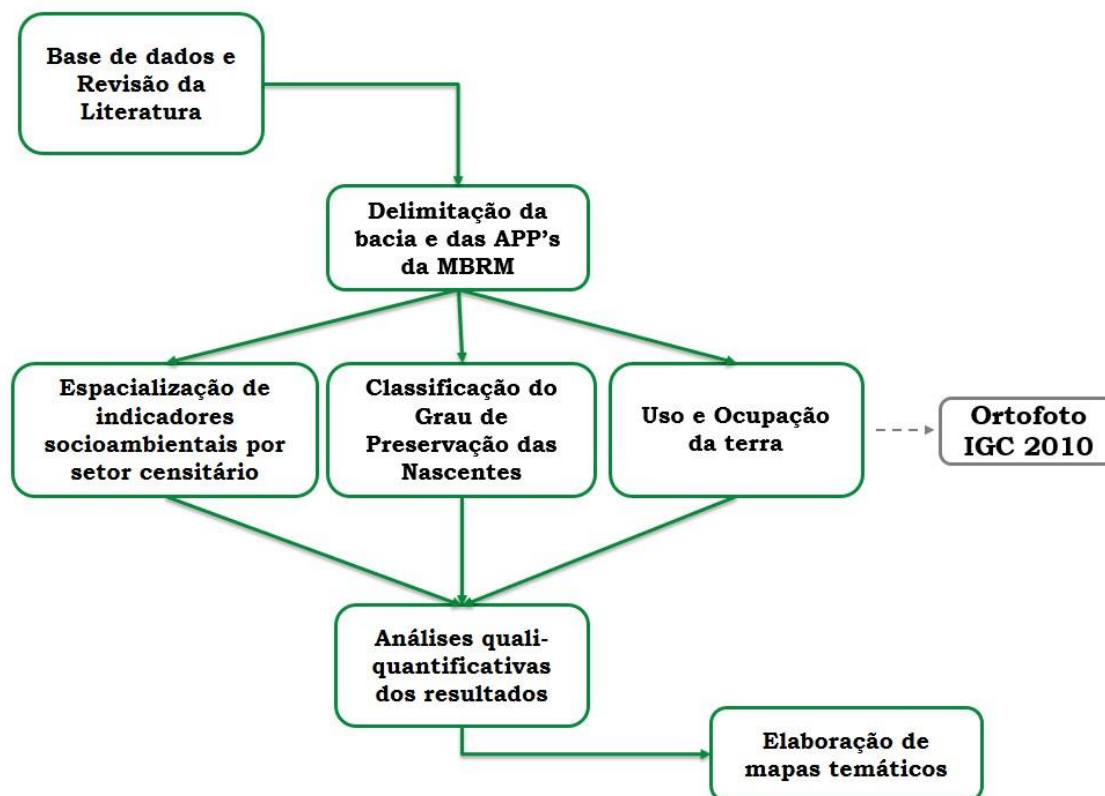
Com a delimitação das APP's de nascentes foi possível realizar a classificação das formas de uso da terra nestas áreas, com base na metodologia descrita em Matias (2009), que consiste numa adaptação da metodologia proposta no Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013). Além disso, a classificação do nível de degradação das nascentes foi feita conforme adaptações da metodologia proposta por Pinto (2003), sendo consideradas degradadas as nascentes cujas APP's apresentam menos de 25% de vegetação natural, perturbadas as que possuem vegetação natural entre 25 e 75% de suas APP's; e, por fim, como preservadas aquelas com mais de 75% de vegetação natural no seu entorno, medidas a partir do olho d'água.

Além do mapeamento das formas de uso da terra e da classificação do nível de degradação das nascentes das APP's da MBRP, foram realizadas ainda análises relacionadas à situação de saneamento na área que compreende a microbacia em estudo. Como unidade de análise foi utilizado o setor censitário, que corresponde a menor unidade oficial de registros de informações do censo demográfico do IBGE. As variáveis, especializadas com suporte do software ArcGis, foram número de domicílios permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial, e número de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral.

Para classificação das nascentes conforme a situação de saneamento onde as mesmas se encontram foi criado um campo na tabela de atributos do arquivo *shp* referentes às nascentes. A classificação da situação do saneamento da MBRP foi elaborada a partir da comparação do número total de domicílios particulares permanentes por setor censitário com o número de domicílios particulares permanentes resultantes de cada variável escolhida. Foram classificadas como baixo grau as regiões onde apenas 25% dos domicílios atendiam a esta condição de esgotamento/ abastecimento; alto grau, regiões mais de 75%, e médio grau de 26% a 75%. Analisou-se também o número de nascentes presentes em cada classe da situação de saneamento de acordo com seu grau de perturbação, como pode ser observado na tabela 2, o

procedimento foi feito para ambas as variáveis de saneamento citadas acima. A Figura 1 apresenta um fluxograma síntese da metodologia empregada para o desenvolvimento deste trabalho.

Figura 1. Fluxograma da metodologia desenvolvida

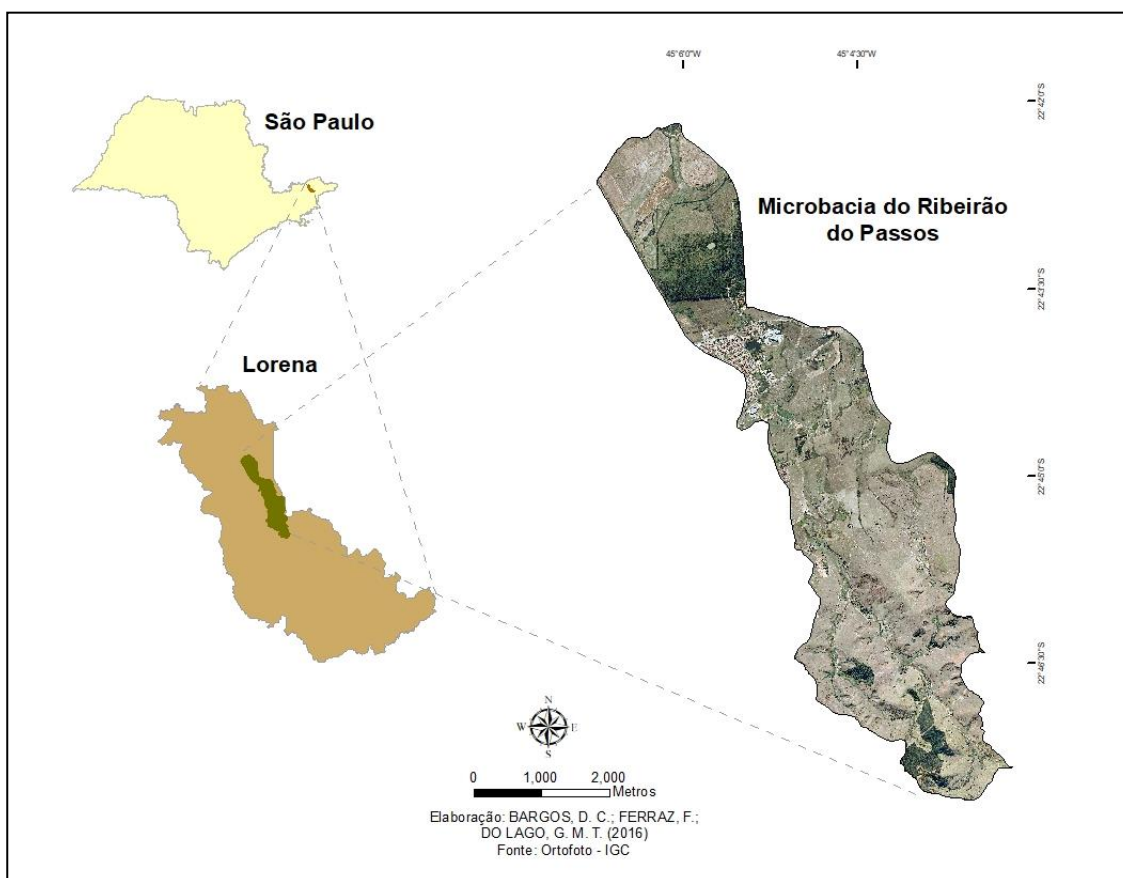


Fonte: Elaborado pelas autoras, 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A microbacia do Ribeirão dos Passos contém 107 nascentes distribuídas por uma área de aproximadamente 19 km², o que corresponde 4,6% da área total do município de Lorena (Figura 2). A microbacia apresenta uma ocupação diversificada, contendo área urbana, industrial e de pecuária, além de uma Floresta Nacional (FLONA) e áreas onde não há ocupação humana devido à topografia do local. Considera-se a FLONA como uma unidade de conservação urbana, devido a sua localização ser próxima à área urbanizada do município.

Figura 2. Mapa de Localização da Microbacia do Ribeirão dos Passos (Lorena/SP).



Conforme dados do censo demográfico de 2010, a área que compreende a MBRP contempla 19 setores censitários, dos quais sete são rurais e doze urbanos. Do total das nascentes da microbacia, 105 (98%) se encontram em uma região com um grau de saneamento baixo (até 25% dos domicílios particulares permanentes atendem a situação de saneamento/abastecimento). Sendo a grande maioria delas, 66 (61%) classificadas como degradadas e 31 (29%) como perturbadas (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Situação de saneamento e abastecimento na MBRP

Situação de saneamento	Número de setores com domicílios particulares permanentes com esgotamento na MBRP	Número de setores com domicílios particulares permanentes com abastecimento de água na MBRP
Baixo (até 25%)	8	9
Médio (26% - 75%)	1	2
Alto (acima de 76%)	10	8

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Tabela 2. Situação de saneamento e abastecimento nas nascentes da MBRP

Situação de saneamento	Número de nascentes preservadas		Número de nascentes perturbadas		Número de nascentes degradadas	
	Abastecimento	Saneamento	Abastecimento	Saneamento	Abastecimento	Saneamento
Baixo	8	8	31	31	66	66
Médio	0	1	0	0	0	0
Alto	1	0	0	0	1	1

Fonte: Elaborado pelas autoras.

O elevado número de nascentes classificadas em situação de baixo saneamento pode ser explicado devido ao fato de não haver infraestrutura pública de saneamento nas áreas rurais do município de Lorena, locais onde se concentra o maior número de nascentes da microbacia. As figuras 3 e 4 representam a classificação do nível de degradação das nascentes juntamente com a situação de saneamento/abastecimento.

Além da situação de saneamento, considera-se que há ainda outros fatores que influenciam diretamente no nível de preservação das nascentes da MBRP. De maneira geral, a ausência de vegetação ao longo do entorno de algumas nascentes, do curso principal e dos afluentes do Ribeirão dos Passos indica que a proteção dos cursos d'água nesta microbacia está comprometida, uma vez que a mata ciliar tem papel importante na conservação dos corpos hídricos. A figura 5 apresenta um mapa com a localização das nascentes, os cursos e massas d'água da MBRP.

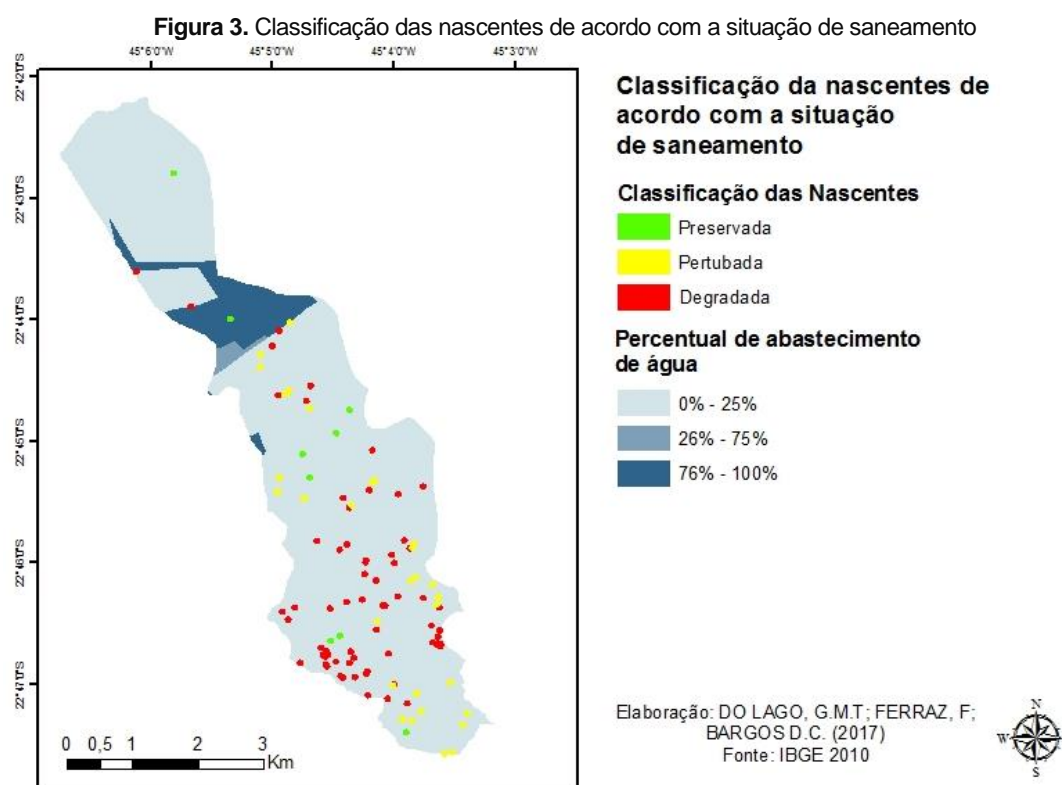


Figura 4. Classificação das nascentes de acordo com a situação de abastecimento

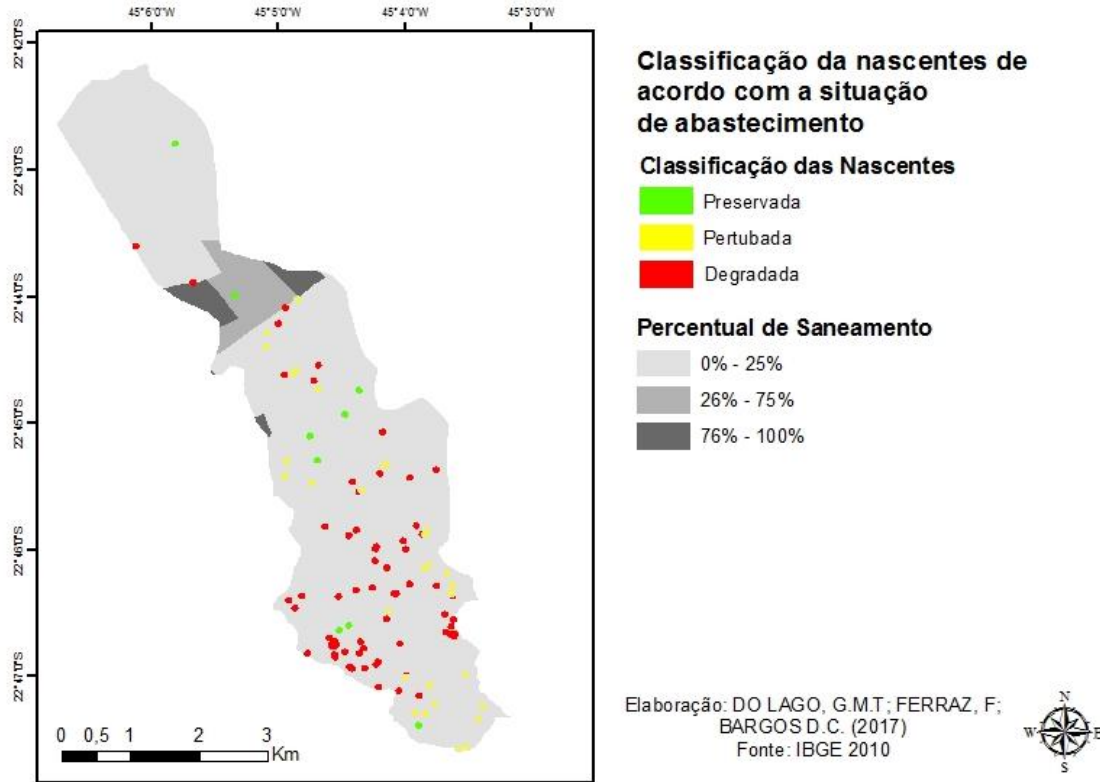
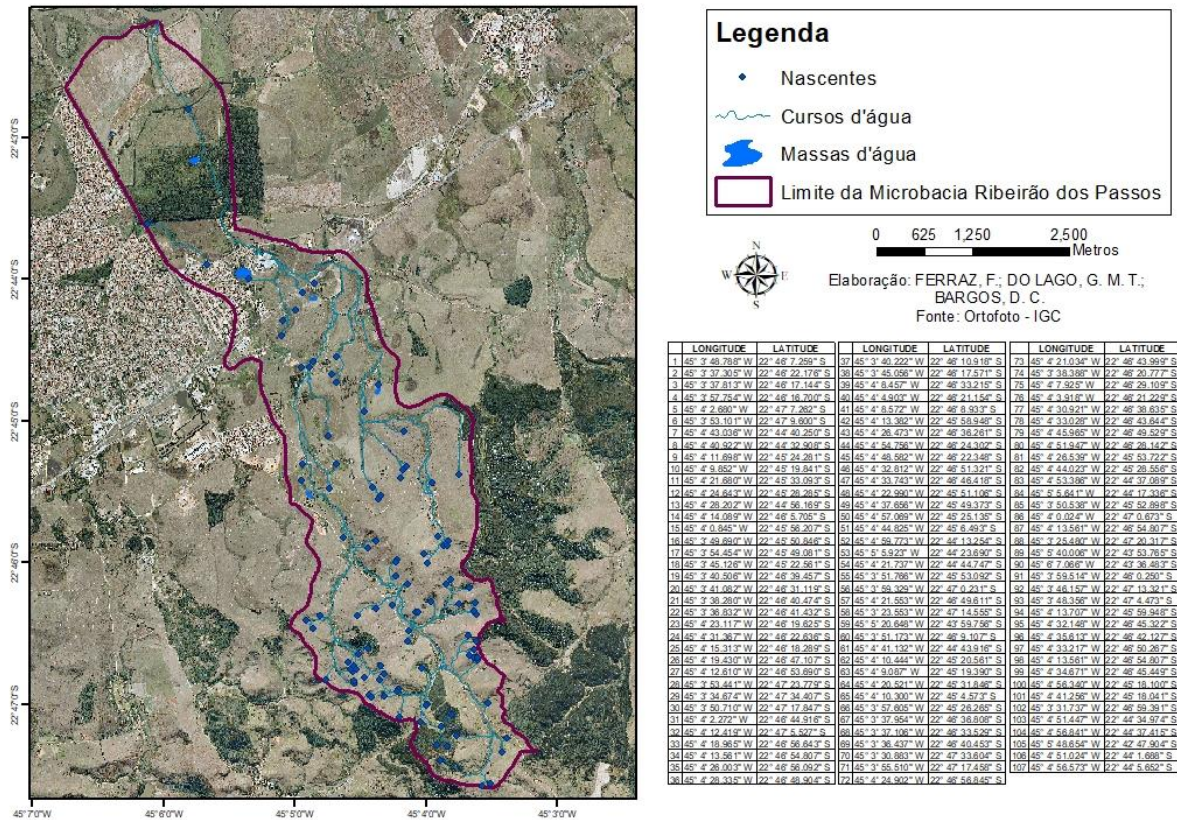
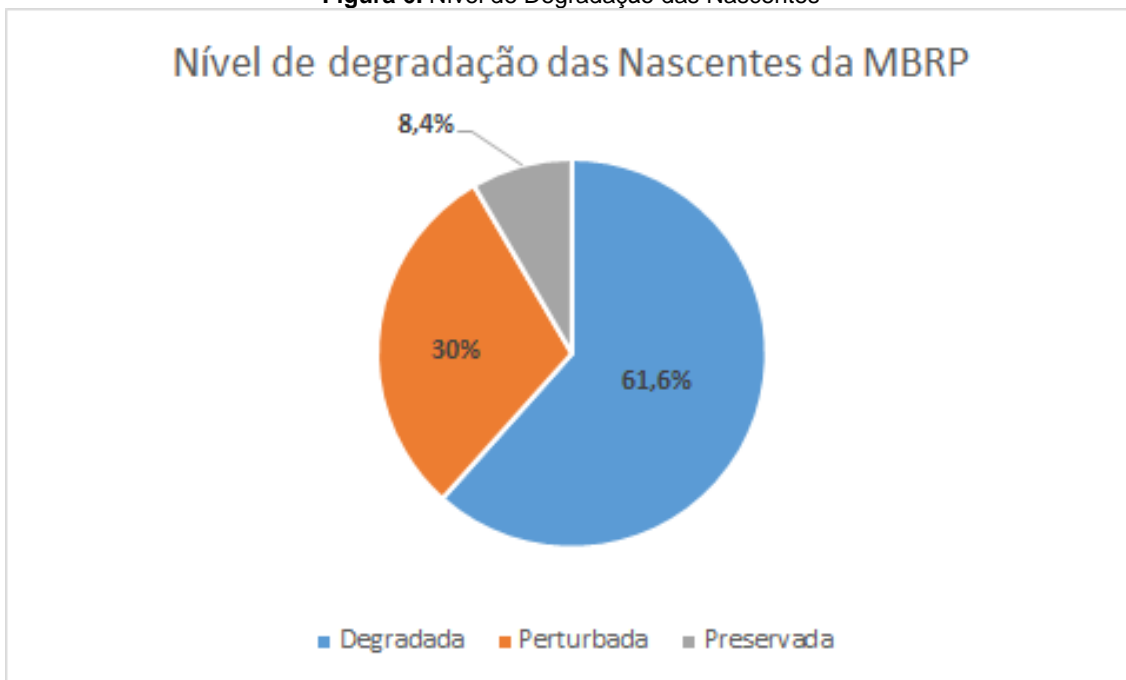


Figura 5. Mapa de Localização das Nascentes da Microbacia do Ribeirão dos Passos.



As APP's correspondem a uma área de aproximadamente 3,88 km² (20% da área total da MBRP). As APP's de nascentes compreendem uma área de cerca de 0,75 km² (19,3 % de toda a APP da microbacia e 3,9% de toda área da microbacia). Das 107 nascentes da MBRP, 66 (61,6% do total), apresentam-se em situação de degradação, 9 (8,4% do total), em estado de preservação, e o restante das nascentes (32, ou seja, cerca de 30% do total) encontram-se em perturbação (Figura 6).

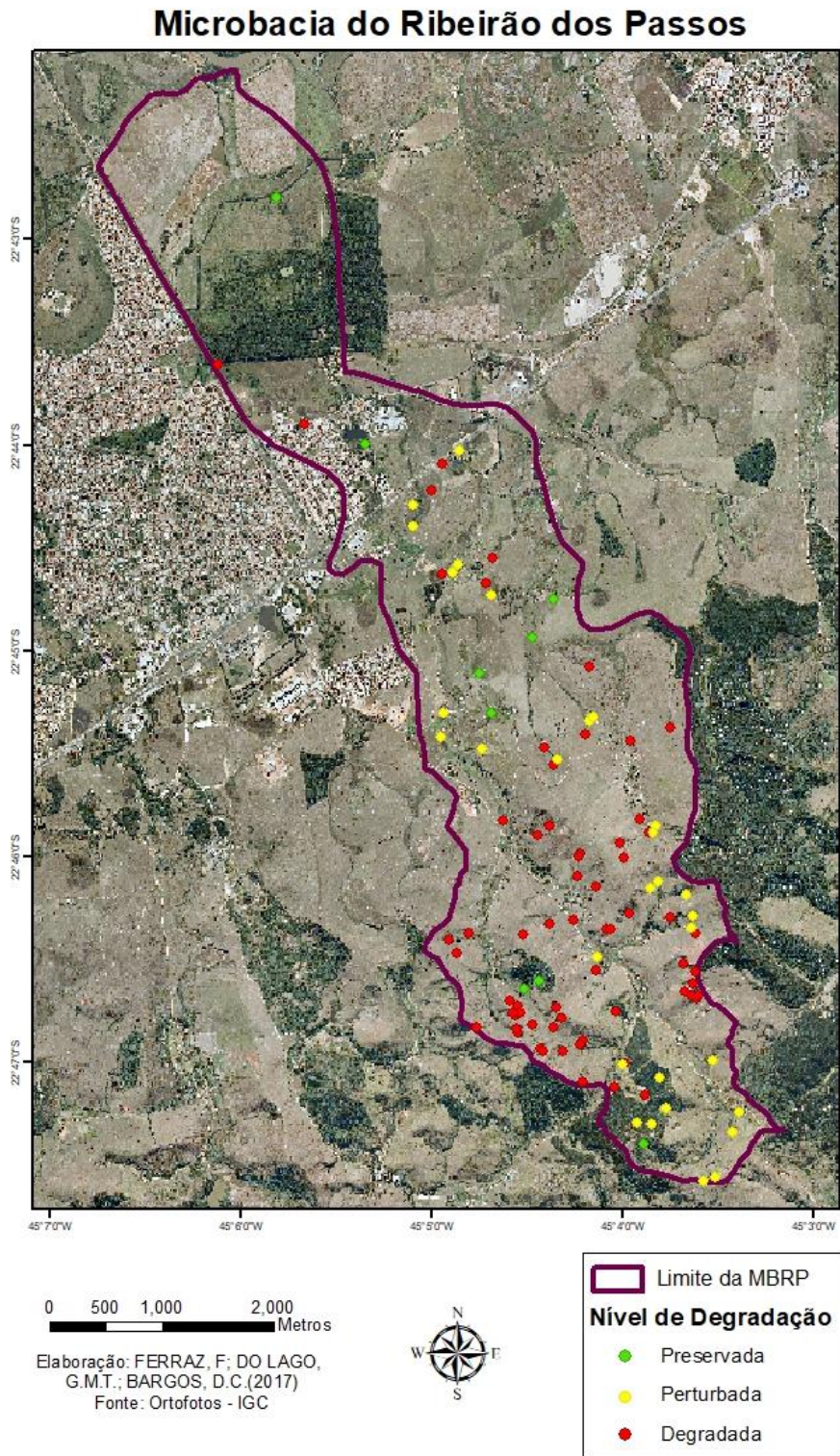
Figura 6. Nível de Degradação das Nascentes



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Em análise à Figura 7 é possível identificar a localização de cada nascente da MBRP classificadas conforme o seu nível de degradação. A maioria das nascentes degradadas encontra-se na porção centro-sul do município, ao sul da Rodovia Presidente Dutra, onde predominam áreas antrópicas agrícolas.

Figura 7. Classificação das Nascentes da MBRP conforme seu nível de Degradação.



As nascentes caracterizadas como degradadas possuem características como pouca vegetação e grande presença de gado, o qual pode acarretar na compactação do solo. Já as nascentes preservadas apresentam a maior parte de sua APP ocupada por vegetação arbórea remanescente (Tabela 3).

Tabela 3. Uso da Terra nas APP's das nascentes da MBRP

Uso e Ocupação	Área (km ²)	Área %
Áreas Urbanizadas	0,012	01,66%
Cultura Temporária	0,002	00,33%
Pastagem	0,532	70,79%
Silvicultura	0,024	03,16%
Floresta	0,054	07,25%
Campestre	0,123	16,34%
Corpo d'água continental	0,003	00,46%
Total	0,750	100%

Fonte: Elaborado pelas autoras.

De modo geral, em relação ao uso da terra nessas áreas a pastagem apresenta-se como o tipo de uso predominante (aproximadamente 70,8% da área total), enquanto a porcentagem da área de vegetação natural equivale a 23,6% da área total.

A figura 8 representa uma das nascentes da microbacia que se encontra em estado de preservação. Observa-se que a área de APP no entorno da nascente é coberta por vegetação arbórea. A presença dessa vegetação proporciona proteção, tanto para o solo quanto para a nascente, além de ser fundamental para a manutenção da quantidade e qualidade da água.

Figura 8. Nascente em estado de preservação.
Nascente Preservada



A figura 9 apresenta um exemplo de nascente em estado de degradação na MBRP. Nota-se que o uso da terra no entorno da nascente é praticamente todo dedicado à pastagem com presença de gado. Nesse caso, a presença dos animais pode contaminar o solo que, por consequência, pode contaminar as águas subterrâneas, provocar o aumento da matéria orgânica em águas superficiais levando a proliferação de algas, bem como a contaminação por organismos patogênicos. Outro ponto a ser observado é o pisoteio dos animais, que causa a compactação do solo diminuindo a

sua capacidade de infiltração, potencializando a elevação da turbidez da água e até mesmo provocando o soterramento da nascente.

Figura 9. Nascente em estado de degradação.
Nascente Degradada



Um exemplo das nascentes que foram classificadas como perturbadas na MBRP pode ser observado na Figura 10. Como no caso apresentado, a nascente em estado de perturbação é caracterizada pela presença de vegetação natural sofrendo a pressão de atividades antrópicas agrícolas, ou em outros casos sofrendo pressão de uma parcela de área urbanizada.

Figura 10. Nascente em estado de perturbação.
Nascente Perturbada



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou classificar as nascentes da MBRP conforme seu nível de degradação a partir da identificação das formas de uso da terra nas APP's e da utilização das geotecnologias. A MBRP possui uma grande quantidade de nascentes, das quais 91,6% encontram-se em estado de degradação ou perturbação. Essas APP's são ocupadas principalmente por grandes áreas de pastagem, que com a presença do gado, podem gerar impactos negativos à área como a compactação do solo, comprometendo a infiltração de água e influenciando diretamente suas reservas subterrâneas.

A partir dos resultados obtidos, destaca-se a necessidade de ações voltadas ao planejamento e gestão para recuperação das áreas e nascentes em processo de degradação, uma vez que, o levantamento de dados e a identificação das formas de uso nas áreas de preservação permanente (APP's) possibilitam o planejamento e manejo adequado para conservação e/ou preservação das nascentes. Espera-se que os resultados obtidos possam subsidiar o desenvolvimento de outros projetos que visam a proteção de nascentes, bem como colaborar com o poder público para a melhoria da gestão de recursos hídricos no município de Lorena.

REFERÊNCIAS

- BRASIL, Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. **Institui o Código Florestal**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 24/08/2015.
- BRASIL. Rinaldo de Oliveira Calheiros. Governo do Estado de São Paulo. **Cadernos da Mata Ciliar: Preservação e Recuperação das nascentes de água e vida**. 2 ed. São Paulo: SMA, 2009.
- CAMPOS, F. F.; MATIAS, L. F.. **Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e sua Situação Atual de Uso e Ocupação no Município de Paulínia (SP)**. In: Anais do III Simpósio em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2010, Recife/PE.
- CRUVINEL, C. E. de O. **Diagnóstico Ambiental e Plano De Recuperação de uma nascente**. Artigo (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, FESURV – Universidade de Rio Verde Faculdade de Engenharia Ambiental, Rio Verde, 2011.
- EUGENIO, F. C.; SANTOS, A. R. DOS; LOUZADA, F. L. R. O.; MOULIN, J. V. **Confronto do uso e cobertura da terra em áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do rio Alegre no município de Alegre, Espírito Santo**. Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal, v.7, n.2, p.110-126, 2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013, 171 p. (Manuais Técnicos em Geociências, ISSN 0103-9598; nº7)
- MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, 688p.
- MEDEIROS, J. S; CÂMARA, G. **Introdução à Ciência da Geoinformação: GIS para Estudos Ambientais**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 03 jul. 2017.
- PINTO, L. V. A. **Caracterização física da sub-bacia do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG, e propostas de recuperação de suas nascentes**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003. 165p.
- SANTANA, N. R. F.; MARTINS, A. K. S.; SANTOS, F. A. S. **As nascentes e os nossos rios: importância de levantar dados sobre este recurso em zona rural**. 2012. (Apresentação de Trabalho/Simpósio).
- SOARES, V. P.; M., A.; RIBEIRO, C. A. A. S.; GLERIANI, J. M. **Mapeamento das áreas de preservação permanente e dos fragmentos florestais naturais como subsídio à averbação de reserva legal em imóveis rurais**, Revista Cerne, Lavras-MG, v. 17, n. 4, 2011,

pp. 555-561, Universidade Federal de Lavras. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/744/74420786015.pdf>>. Acesso em: 27/12/2015.

TUNDISI, J. G.. **Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções**. São Carlos: [n.i], 2008.

VALIENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de Nascentes**: Produção de Água em Pequenas Bacias Hidrográficas. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2015. 267 p.