

Mapeamento de Nascentes e da Área De Preservação Permanente no Município De Céu Azul – PR

Mapping of Springs and Permanent Preservation Area in the Municipality of Céu Azul – PR

Daiane Teixeira Schier¹, Karoliny de Souza Libardo², Mariana Bonella Cunha³, Mayara Rafaeli Lemos⁴

Resumo - O uso exploratório do meio ambiente aliado à carência de um planejamento ambiental acarreta em diversas alterações do meio natural, diante disso, as técnicas de geoprocessamento vêm sendo utilizada como instrumento para o monitoramento e fiscalização de ambientes. Sendo assim, o presente estudo visou à elaboração do mapeamento de nascentes e da área de preservação permanente no município de Céu Azul, identificando os principais conflitos de uso e propondo medidas mitigatórias nas áreas que não apresentam o raio de preservação permanente de acordo com a legislação vigente. A identificação das nascentes e de suas áreas de preservação, bem como a elaboração do mapa de uso e cobertura da terra foram desenvolvidos no software Google Earth Pro e confirmadas com visitas a campo. Com o mapeamento, verificou-se que das 71 nascentes presentes na área de estudo apenas 9 estão totalmente protegidas por vegetação, ou seja, 12,67% do total, o restante apresenta conflito de uso principalmente com a pastagem, contribuindo para o assoreamento e contaminação dos corpos d'água.

Palavras-chave: Conflitos de uso; Geoprocessamento; Preservação.

Abstract - The exploratory use of the environment together with the lack of an environmental planning entails several alterations of the natural environment. On the face of it, geoprocessing techniques have been used as an instrument for the monitoring and control of environments. Thus, the present study aimed at the elaboration of the mapping of springs and the permanent preservation area in the city of Céu Azul, identifying the main conflicts of use and proposing mitigating measures in areas that do not present the permanent preservation radius according to the legislation in force. The identification of the springs and their preservation areas, as well as the mapping of land use and land cover were developed in the Google Earth Pro software and confirmed with field visits. With the mapping, it was verified that of the 71 springs present in the study area only 9 are totally protected by vegetation, that is, 12.67% of the total, the remainder presents conflicts of use mainly with the pasture, contributing to the sedimentation and contamination of water bodies.

Key words: Conflicts of use; Geoprocessing; Preservation.

Introdução

A abordagem das Áreas de Preservação Permanente (APP) contidas no Código Florestal manifesta-se com a sensibilização da sociedade acerca do valor ecológico que

¹ Engenheira Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Santa Catarina.

² Engenheira Ambiental, Universidade do Estado de Santa Catarina, Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Santa Catarina.

³ Engenheira Ambiental, Universidade do Estado de Santa Catarina, Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Santa Catarina.

⁴ Bacharel em Direito, Universidade do Planalto Catarinense, Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Santa Catarina.

a vegetação representa na preservação dos corpos d'água, na manutenção da biodiversidade e na proteção do solo, agregando benefícios para as populações (BRASIL, 2012).

A partir da década de 80, o desenvolvimento de técnicas de computação e dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) tem permitido o manuseio de um grande número de dados sobre o meio físico (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 1999), sendo possível a utilização de métodos para a delimitação das APP's, baseando-se nos limites estabelecidos pela legislação.

Segundo Finotti et al. (2009) as ferramentas computacionais também permitem a realização do mapeamento de uso e cobertura do solo, que auxilia na determinação dos principais usos presentes na bacia, além da quantificação das áreas de vegetação nativa e seus conflitos de uso.

De acordo com Nascimento et al. (2005) as informações produzidas por imagens de satélite, principalmente as de alta resolução, são capazes de gerar diagnósticos e identificar os conflitos de uso em um determinado território, ajudando no monitoramento e fiscalização de ambientes.

O monitoramento de bacias hidrográficas auxilia no planejamento ambiental, sendo que por meio da mensuração das diversas formas de degradação é possível contribuir na identificação de problemas ambientais (CUNHA; GUERRA, 2012).

A base de dados criada para o monitoramento de bacias auxilia no entendimento sobre os processos iniciais e interações que ocorrem dentro da mesma, facilitando o reconhecimento de áreas que necessitem da adoção de medidas de prevenção e/ou recuperação (JUSTUS, 2012).

Dentre os componentes presentes numa bacia as nascentes se destacam por serem os mais frágeis devido à facilidade de sua contaminação. Para controlar tal característica, bem como contribuir com a disponibilidade da água e evitar o soterramento da mesma, é importante a adoção de medidas que visem à sua preservação e recuperação (SEMA, 2010).

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo a delimitação das áreas de preservação permanente ao entorno de nascentes e a identificação dos principais conflitos de uso presentes em uma área no município de Céu Azul, propondo medidas mitigatórias para minimizar os impactos sofridos pelo meio.

Material e Métodos

Área de estudo

A área de estudo localiza-se inserida no município de Céu Azul situado na região oeste do estado do Paraná (Figura 1), a população estimada do município é de 11.649 habitantes, com área territorial de 1179,449 km², dos quais 852 km² correspondem à mata nativa preservada, o Parque Nacional do Iguaçu (IBGE, 2010).

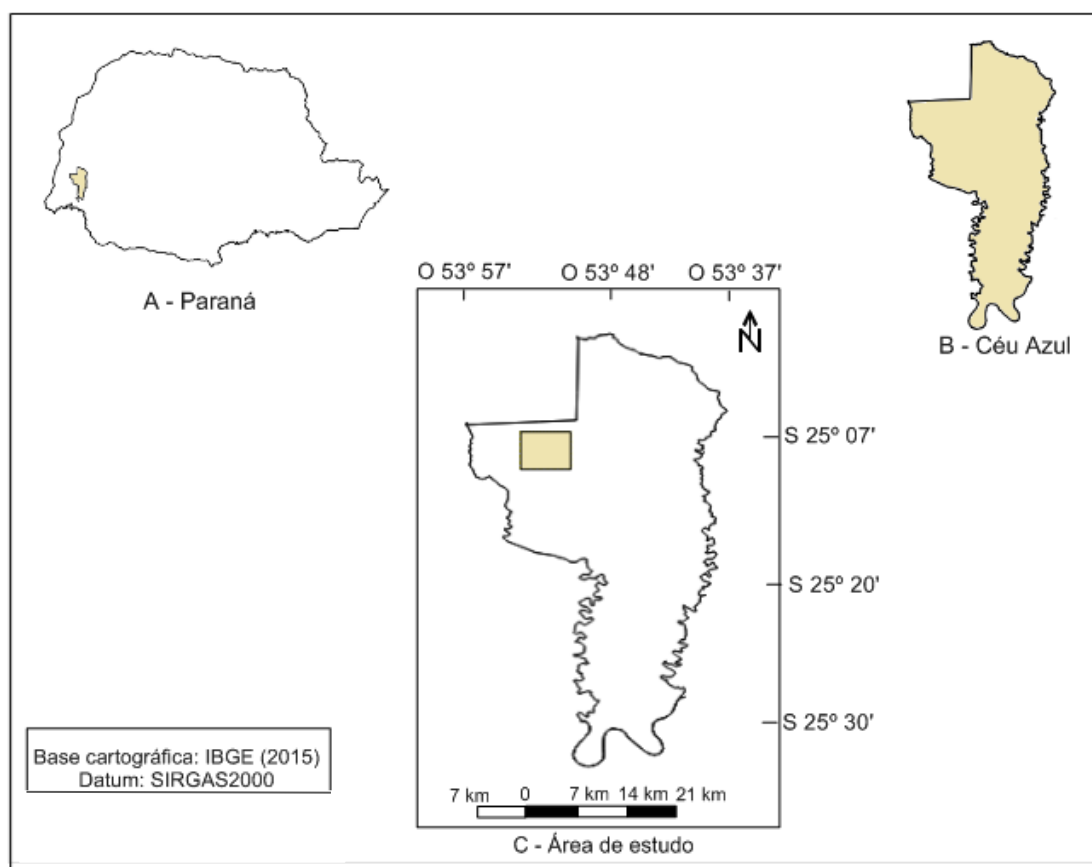


Figura 1 – Localização geográfica da área de estudo

Em relação à geologia, o município localiza-se na formação Serra Geral que cobre grande parte do Terceiro Planalto, além da ocorrência de diques intrusivos associados ao Arco de Ponta Grossa, desde a região litorânea (PARANÁ, 2017).

Segundo Santos et al. (2006) o município de Céu Azul faz parte da unidade morfoestrutural da bacia sedimentar do Paraná, apresentando dissecação média, topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vales em V, modeladas em rochas da formação Serra Geral, principalmente o basalto e com relação a subunidade morfoescultural o município está localizado no Planalto de Cascavel.

De acordo com o mapa de solos do ITCG – Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (2008) as principais classes de solo presentes no município de Céu Azul são o Latossolo Vermelho, Neossolo Litólico e Nitossolo Vermelho, sendo que destes, o Latossolo é o predominante.

A vegetação predominante do município corresponde à Floresta Estacional Semidecidual, que contém como maior remanescente o Parque Nacional do Iguaçu, o qual possui uma área de 185262,2 ha representando 72% de Céu Azul, abrangendo uma riquíssima biodiversidade, constituída por espécies representativas da fauna e flora brasileira (SEMA, 2010; ICMBio, 2017).

Na área de estudo está contida a Sanga Ibiapó, que nasce no Bosque Municipal e será utilizada como fonte de captação de água para abastecimento do município, a Sanga Menegus que beneficia uma indústria agroindustrial, além do Rio Azul localizado no Parque Nacional do Iguaçu e a Bacia do Rio Treze utilizada para fins agrícolas (CÉU AZUL, 2008).

De acordo com a classificação climática de Köppen a região Oeste do Paraná é denominada de Cfa (clima subtropical), apresentando temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (IAPAR, 1998).

Metodologia

Para atingir os objetivos propostos, na primeira etapa do estudo foi delimitado um retângulo envolvente sobre a área urbana e periurbana do município de Céu Azul, correspondendo a área de estudo. Posteriormente, realizou-se a identificação das nascentes presentes nesta área por meio de visitas a campo e utilização do software *Google Earth Pro*.

Na sequência, foi feito a análise para constatar se as nascentes estavam ou não de acordo com a legislação no que diz respeito à área de preservação permanente estabelecido pela Lei 12.651/2012 correspondendo a 50 metros, utilizando para isso o mesmo *software*.

A segunda etapa do estudo consistiu na identificação dos conflitos de uso presentes nas áreas de preservação permanente. Para isso, elaborou-se o mapa temático de uso e cobertura da terra com o software *Google Earth Pro 2016*, onde foram delimitados polígonos de diferentes colorações representando cada classe de uso do

solo, sendo estes o uso agrícola, pastagem, vegetação florestal, área urbana em expansão e área urbana consolidada.

Após a identificação das nascentes que não estão protegidas pelo raio de preservação permanente e a identificação de seus conflitos de uso foram sugeridas medidas mitigatórias para minimizar os impactos sobre o meio.

Resultados e Discussão

Caracterização do uso e cobertura da terra nas áreas de nascentes

Visando a compreender a distribuição espacial dos usos da terra presentes nas áreas de nascentes foram identificadas as atividades antrópicas e as coberturas florestais (Figura 2) com suas respectivas porcentagens em uma área de aproximadamente 40 km². Na Tabela 1 pode-se verificar que atualmente a agricultura compreende a principal forma de uso, seguida da vegetação florestal, pastagem e das áreas urbanas.

Tabela 1 – Áreas do uso e cobertura da terra

Uso e cobertura da terra	Área (km ²)	Porcentagem (%)
Área urbana consolidada	3,377	8,36
Área urbana em expansão	0,716	1,77
Agricultura	16,032	39,67
Pastagem	4,992	12,35
Vegetação	15,294	37,85
Área Total	40,411	100,00

Em regiões de média vertente há um predomínio do uso agrícola, destinado para culturas de milho e soja no verão e trigo no inverno, sendo comercializados em sua maioria em cooperativas da região que os utilizam para fabricação de ração, óleo e farinha respectivamente. Uma parcela do que é produzido também é destinada à exportação (CÉU AZUL, 2008).

Nas áreas mais planas do município encontram-se as atividades urbanas consolidadas e em expansão, próximas a BR-277. A área urbana consolidada representa 8,36% do total, enquanto que a área urbana em expansão corresponde a 1,77%, ocupando locais anteriormente destinados a culturas agrícolas (CÉU AZUL, 2008).

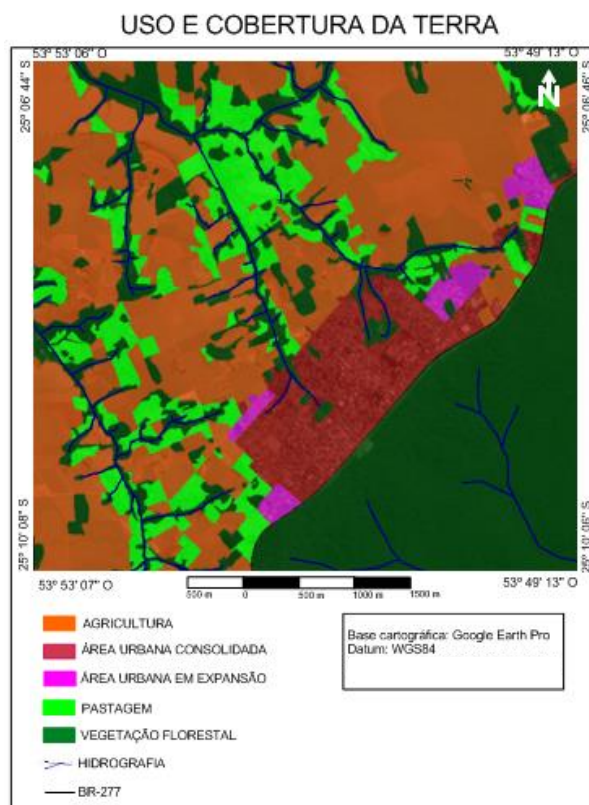


Figura 2 – Mapa de uso e cobertura da terra da área de estudo em Céu Azul

Os locais destinados a pastagens encontram-se na baixa vertente normalmente próxima aos cursos d'água e somam 12,35% da área total, sua principal aplicação é com bovinos, possuindo cerca de 22.173 cabeças distribuídas em 493 propriedades (CÉU AZUL, 2008).

A maior parcela de vegetação encontra-se na região sudeste do mapa, sendo este o Parque Nacional do Iguaçu, além do bosque municipal e nas áreas próximas aos cursos hídricos.

Com relação à mata ciliar presente ao longo dos cursos d'água observa-se que a mesma é descontínua e em alguns casos disputa espaço com construções irregularmente dispostas, portanto, em determinados locais a legislação não está sendo atendida.

A mesma situação ocorre nas áreas ao entorno das nascentes, sendo que na maioria dos casos não é respeitado o raio de 50 metros como APP, incluindo a nascente que é utilizada pela cooperativa agroindustrial, onde em seu trecho inicial recebe ocupação irregular em diversos lotes.

Em seu estudo Soares et al. (2011) identificou os conflitos de uso da terra presentes na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu identificando que 59,70% das APP's estavam sendo usadas ilegalmente, disputando espaço principalmente com áreas de pastagens e agricultura.

Oliveira et al. (2008) obteve resultados semelhantes nas áreas de preservação permanente no entorno do Parque Nacional do Caparaó, sendo que 73,75% destas apresentou uso indevido sendo a pastagem e a agricultura as principais classes de ocorrência.

Identificação e análise das áreas de preservação permanente

Foram constatadas um total de 71 nascentes por meio de observações a campo e auxílio do software Google Earth Pro, sendo que cada uma destas foi delimitada por um raio de 50 metros como demonstrado na Figura 3, posteriormente verificaram-se quais apresentavam conflitos de uso.

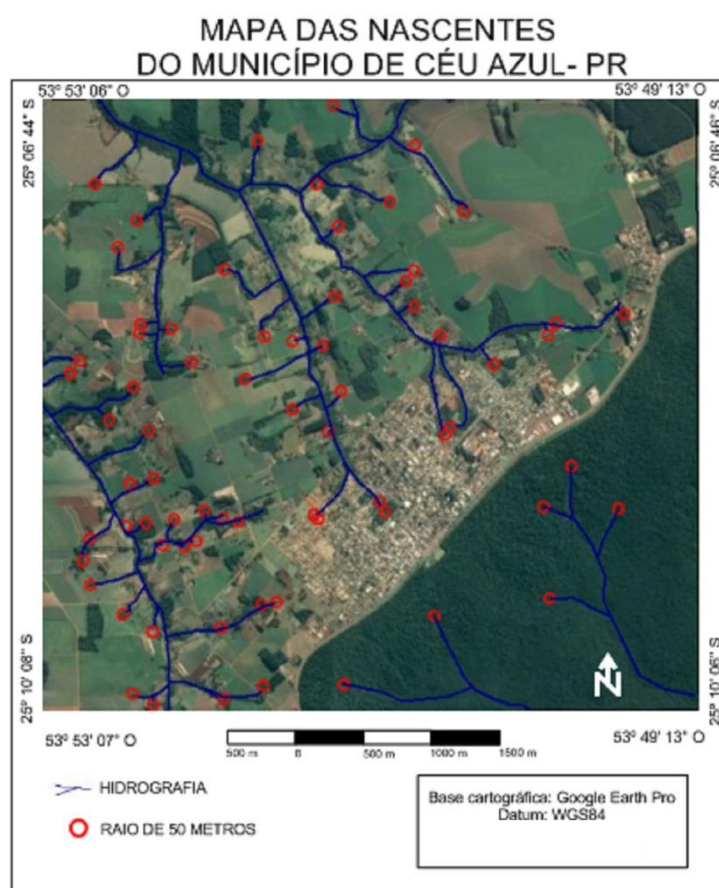


Figura 3 – Mapa de nascentes no município de Céu Azul

A Tabela 2 demonstra o grau de proteção que cada nascente possui, sendo que apenas 9, das 71 nascentes possuem um raio de 50 metros de preservação permanente, ou seja, apenas 12,67% das nascentes estão em conformidade com a legislação vigente.

Tabela 2 – Grau de proteção das nascentes

%	Nascentes
0-25	15
25-49	20
50-74	13
75-99	14
100	9

Das nove nascentes que possuem um raio de 50 metros de preservação, seis estão localizadas no Parque Nacional do Iguaçu ilustrado na Figura 4 e uma encontra-se no Bosque Municipal (Figura 5), o qual possui uma área de 2 hectares contendo espécies nativas (CÉU AZUL, 2008).



Figura 4 – Parque Nacional do Iguaçu no município de Céu Azul



Figura 5 – Nascente protegida no Bosque Municipal do município de Céu Azul

As outras duas nascentes, que se apresentam preservadas, estão localizadas em propriedades rurais, sendo que uma encontra-se circundada por espécies nativas e a outra possui em seu entorno além de espécies nativas o Eucalipto, porém, se não forem seguidas as técnicas de manejo o mesmo pode causar o empobrecimento e erosão do solo.

A maioria das nascentes apresenta menos de cinquenta por cento de sua área protegida, sendo que, o limite no qual deveria ser a área de preservação permanente está sendo invadido por áreas agrícolas e de pastagem, como demonstrando nas Figuras 6 e 7 respectivamente, tais invasões podem causar danos irreversíveis a este recurso.



Figura 6 – Nascente invadida por área agrícola no município de Céu Azul



Figura 7 – Nascente invadida por pastagem no município de Céu Azul

Sobrepondo o mapa de uso e cobertura da terra com o mapa de nascentes pode-se observar que dentre todas as nascentes apenas nove não possuem conflito de uso (Tabela 3), pois possuem uma área de preservação permanente adequada. Com relação às demais, o maior uso do solo próximo as nascentes são as pastagens, seguidos pela área agrícola e urbana.

Tabela 3 – Conflito de uso nas nascentes	
Conflito de uso	Número de nascentes
Agricultura	24
Área Urbana	5
Pastagem	33

A substituição ou retirada da vegetação nativa próxima aos cursos d'água segundo Finotti et al. (2009) pode influenciar na regulação do microclima e na preservação do solo, além de alterar a disponibilidade e a qualidade dos corpos hídricos.

No caso das propriedades rurais devido à presença de animais e a utilização das nascentes como bebedouros, as mesmas podem ser influenciadas diretamente no que diz respeito à qualidade e quantidade da contribuição desta nascente para a microbacia. Esta situação poderia ser corrigida com a instalação de uma cerca ao redor das áreas de preservação permanente, conforme sugere Gomes et al. (2007).

Nestas áreas de pastagens o solo encontra-se compactado devido ao pisoteio constante de animais, fazendo com que infiltre menos água e consequentemente aumente o escoamento superficial, carregando partículas de solo, contaminantes e dejetos de animais até as nascentes.

O carreamento destes elementos até os olhos d'água faz com que aumente a concentração de matéria orgânica e contribui para o soterramento e contaminação devido à presença de microrganismos patogênicos que podem infectar o homem, portanto, nestas áreas deve-se respeitar o limite mínimo de 50 metros de preservação permanente.

Além da pastagem, outro conflito de uso identificado na área de estudo foi a agricultura, presente em 24 pontos de controle, o que corresponde a 37% do total. Segundo o IBGE (2006) uma grande área do município de Céu Azul é destinada a lavouras permanentes e temporárias, totalizando 1.083 hectares.

Nas áreas destinadas à agricultura foram evidenciadas algumas práticas de manejo conservacionistas, como plantio em nível e rotação de culturas, evidenciando que os agricultores possuem conhecimento sobre os benefícios que essas ações agregam ao solo, minimizando sua degradação.

Comparando as áreas de pastagem com as de uso agrícola, Souza; Alvez (2003) relatam que as pastagens embora bem manejadas e com boa cobertura do solo se caracterizam por menores valores de infiltração, indicando um solo compactado que com o impacto da gota de chuva ira desprender suas partículas, podendo contribuir para o soterramento de nascentes.

Com relação à área urbana, apenas cinco nascentes estão presentes e destas, somente uma está protegida, as restantes estão sujeitas diretamente a poluição devido à falta de proteção ao seu entorno e consequentemente por serem de fácil acesso incorre em usos inadequados, necessitando de medidas urgentes para sua preservação, entre elas, a existência de uma área de preservação permanente.

O solo presente nas APP's possui boa capacidade de infiltração e devido a camada de proteção formada pela serapilheira o impacto causado pelas gotas de chuva é minimizado, efeito evidenciado por Silva et al. (2005) em testes com simulador de chuva ao analisar a perda de solo que ocorre variando a porcentagem de cobertura.

Medidas de preservação de nascentes

- I. Plantio de espécies florestais na área de preservação permanente que compreende ao raio de cinquenta metros ao redor de nascentes e ao entorno desse também é recomendado o plantio de espécies arbustivas para evitar o carreamento de partículas de solo até os corpos hídricos.
- II. A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2010) ressalta que não existe uma composição ideal de espécies a serem plantadas, porém se tem a mais adequada para cada situação em específico. O planejamento e a orientação de um corpo técnico especializado são fundamentais para esse fim.
- III. Isolamento das APP's a fim de evitar a contaminação da água por indivíduos e animais, além da exploração indevida dessas áreas para a agricultura. Segundo Costa et al. (1996) o principal motivo das áreas de preservação serem ocupadas por práticas agrícolas é devido a fertilidade dos solos próximos ao leito dos rios.
- IV. Distribuição no uso do solo ao entorno de nascentes, sendo este feito pelo maior distanciamento possível de animais, para que seus dejetos não entrem em contato com a água, favorecendo o aumento no desenvolvimento de algas e a contaminação por agentes patogênicos que podem causar doenças no homem.

Além disso, os animais realizam a compactação do solo, fazendo com que diminua a infiltração da água. De acordo com a SEMA (2010) é importante que os solos

possuam condições de infiltrar toda a água da chuva, impedindo a formação do fluxo superficial que pode vir a causar o soterramento das nascentes.

- V. Devem ser evitadas a implementação de instalações rurais como galinheiros, estábulos, pocilgas ou qualquer outra atividade próxima a área ao entorno de nascentes que traga riscos de contaminação por infiltração ou carreamento superficial (CALHEIROS et al., 2004).

Medidas de recuperação de nascentes

Para os locais em que se pretende realizar a captação da água da nascente para posterior utilização é recomendado que faça sua preservação, para os demais casos o ideal é que a nascente permaneça sem nenhuma alteração, apenas com a área de preservação permanente.

No estado do Paraná para a recuperação de nascentes é utilizada a cartilha “Nascentes Protegidas” elaborada pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), o qual estabelece uma sequência de ações que devem ser realizadas, sendo estas:

- a) Limpeza do local: A limpeza das nascentes deve ser feita de forma manual evitando o máximo de danos a vegetação local. Nesta etapa deve ser retirada toda a terra assoreada sobre a nascente, bem como folhas, galhos e raízes.
- b) Preparo do solo-cimento: Enquanto ocorre a limpeza da nascente, o solo deve ser peneirado e misturado com cimento e água, na medida 5:1 (solo:cimento) no caso de solos argilosos e para solos menos argilosos utiliza-se a medida de 6:1. Posteriormente, a mistura será utilizada para cobrir a nascente.
- c) Construção da estrutura de proteção: Coloca-se uma camada da massa solo-cimento e sobre ela um cano (de 0 a 100 mm) que servirá para a limpeza da nascente e outro denominado cano de saída de água, para o uso local, este poderá ser de 25, 32 ou 50 mm, dependendo da vazão em questão.

Após a colocação de mais algumas camadas de solo-cimento os canos “ladrões” são inseridos, por eles o excesso de água passará, evitando o rompimento da barragem.

Com a barragem pronta, o espaço aonde foi retirado a terra do assoreamento é preenchido com rochas, após isso, é colocado o cano de tratamento que será utilizado para a desinfecção do interior da nascente. Por último, deve ocorrer o fechamento total com solo-cimento protegendo a nascente de possíveis assoreamentos.

- d) Isolamento da área: Quando o solo-cimento secar deverá ser colocado telas de proteção nos “ladrões” para que não ocorra à entrada de animais ou insetos no interior das nascentes que possam contaminar a água (SEMA, 2010).

A área ao entorno das nascentes deve ser cercada evitando a aproximação de animais, homens e veículos. Outra medida importante é a redistribuição das estradas localizadas próximas as nascentes, visando sua preservação (CALHEIROS, 2004).

Considerações finais

Mediante a identificação e delimitação do raio de preservação que cada nascente continha foi possível observar que apenas 9 das 71 nascentes respeitam o raio de APP's, sendo que dessas, duas estão presentes na área agrícola, uma na área urbana e seis no Parque Nacional do Iguaçu.

Com bases nessas informações é possível avaliar que um grande número de nascentes presentes no município possui baixa proteção, apresentando como principal conflito de uso a pastagem seguido pela agricultura.

Os usos indevidos das APP's conferem uma maior compactação do solo, o que contribui para o carreamento de partículas até os corpos hídricos, podendo causar além de seu assoreamento a contaminação, tendo em vista a presença de resíduos animais nas pastagens e a aplicação de defensivos agrícolas nas áreas destinadas a cultivo agrícola.

Por meio desses levantamentos busca-se propor medidas para a conservação e recuperação dos recursos naturais nos ambientes urbanos e rurais, com a minimização dos impactos gerados no ambiente e com a garantia de sua preservação.

Referências

BRASIL. **Lei Federal nº12.651, de 25 de maio de 2012.** Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm#art83 >. Acesso em: 17 set. 2016.

CALHEIROS, Rinaldo de O.; TABAI, Fernando C. V.; BOSQUILIA, Sebastião V.; CALAMAR, Márcia. **Preservação e Recuperação das Nascentes.** Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ – CTRN, 2004.

COSTA, Thomaz.; SOUZA, M. G.; BRITES, Ricardo S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente, por meio de um sistema de informações geográficas (SIG). In: VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador. **Anais...** Salvador, p. 121-127, 1996.

CUNHA, Sandra B.; GUERRA, Antônio José T. **Geomorfologia e meio ambiente**. 11 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 396p.

FINOTTI, Alexandra R.; FINKLER, Raquel.; SILVA, Maurício D. A. **Monitoramento de recursos hídricos em áreas urbanas**. Caxias do Sul, RS:Educs, 2009, 272 p.

GOMES, Natalino M.; FARIA, Manoel A.; SIVA, Antônio M.; MELLO, Carlos R.; VIOLA, Marcelo R. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo associados ao uso e ocupação da paisagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.4, p.427–435, 2007.

GUERRA, Antônio José T.; SILVA, Antonio S.; BOTELHO, Rosangela G. M. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 340p.

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Londrina, 1998.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário**. 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Infográficos: dados gerais do município**. 2010.

ICMBio – Instituto Chico Mendes. **Parque Nacional do Iguaçu**, 2017. Disponível em: < <http://www.icmbio.gov.br/parnaiguacu/biodiversidade/14-fauna.html>>. Acesso em: 24 out. 2017.

ITCG – Instituto de Terras, Cartografias e Geociências. Solos – Estado do Paraná. 2008.

JUSTUS, Cláudia Maria. Utilização do SIG para monitoramento de alguns parâmetros físico-químico das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Pedro em Faxinal – PR. **Geoinf: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia**, Maringa, v. 4, n.2, p.26-39, 2012.

NASCIMENTO, Melchior.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, Carlos A. A. S. SILVA, Elias. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Alegre, Espírito Santo. **Revista Ciência Florestal**, v. 15, n.2, p. 207-220, 2005.

OLIVEIRA, Fernando S.; SOARES, Vicente P.; PEZZOPANE José E. M.; GLERIANI, José M.; LIMA, Gumercindo S.; SILVA, Elias; RIBEIRO, Carlos A. A. S.; OLIVEIRA, Ângelo M. S. Identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente no entorno do Parque Nacional do Caparaó, Estado De Minas Gerais. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.5, p.899-908, 2008.

PARANÁ, GOVERNO ESTADUAL. **Serra Geral**, 2017. Disponível em: <<http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=125>>. Acesso em: 24 out. 2017.

PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE CÉU AZUL, 2008.

SANTOS, Leonardo José.; OKA-FIORI, Chisato.; CANALI, Naldy E.; FIORI, Alberto P.; SILVEIRA, Claudinei S.; SILVA, Julio M. F.; ROSS, Jurandyr L. S. Mapeamento Geomorfológico do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Paraná, ano 7, n. 2, p. 03-12, 2006.

SEMA. **Nascentes protegidas e recuperadas**. Curitiba. 2010. 24 p.

SILVA, Demétrius D.; . PRUSKI, Fernando F.; SCHAEFER, Carlos E. G. R.; AMORIM, Ricardo S. S.; PAIVA, KARLOS W. N. Efeito da cobertura nas perdas de solo em um argissolo vermelho-amarelo utilizando simulador de chuva. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n.2, p.409-419, 2005.

SOARES, Vicente P.; MOREIRA, Adelson A.; RIBEIRO, Carlos A. A. S.; GLERIANI, José M.; JUNIOR, Joel G. Mapeamento de áreas de preservação permanentes e identificação dos conflitos legais de uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão São Partolomeu – MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.555-563, 2011.

SOUZA, Zigomar; ALVEZ, Marlene C. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.1, p.18-23, 2003.

Mapping of Springs and Permanent Preservation Area in the Municipality of Céu Azul - PR

Daiane Teixeira Schier¹, Karoliny de Souza Libardo², Mariana Bonella Cunha³, Mayara Rafaeli Lemos⁴

Abstract - The exploratory use of the environment together with the lack of an environmental planning entails several alterations of the natural environment. On the face of it, geoprocessing techniques have been used as an instrument for the monitoring and control of environments. Thus, the present study aimed at the elaboration of the mapping of springs and the permanent preservation area in the city of Céu Azul, identifying the main conflicts of use and proposing mitigating measures in areas that do not present the permanent preservation radius according to the legislation in force. The identification of the springs and their preservation areas, as well as the mapping of land use and land cover, were developed in the Google Earth Pro software and confirmed with field visits. With the mapping, it was verified that of the 71 springs present in the study area only 9 are totally protected by vegetation, that is, 12.67% of the total, the remainder presents a conflict of use mainly with pasture, contributing to the silting and contamination of water bodies.

Keywords: Conflicts of use; Geoprocessing; Preservation.

Introduction

The approach of the Permanent Preservation Areas (PPAs) contained in the Forest Code is manifested by raising society's awareness of the ecological value of vegetation in preserving water bodies, maintaining biodiversity and protecting soil, benefits for the populations (BRASIL, 2012).

Since the 1980s, the development of computational techniques and Geographic Information Systems (GIS) has allowed the handling of a large number of data about the physical environment (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 1999). Methods for delimiting PPAs based on the limits established by legislation.

¹ Environmental Engineer, Federal Technological University of Paraná. Master student in Environmental Sciences, Santa Catarina State University.

² Environmental Engineer, Santa Catarina State University. Master student in Environmental Sciences, Santa Catarina State University.

³ Environmental Engineer, Santa Catarina State University. Master student in Environmental Sciences, Santa Catarina State University.

⁴ Law Graduate, Plateau Catarina University. Master student in Environmental Sciences, Santa Catarina State University.

According to Finotti et al. (2009), computational tools also allow the mapping of land use and cover, helping to determine the main uses present in the basin, as well as quantification of native vegetation areas and conflicts of use.

According to Nascimento et al. (2005), the information produced by satellite images, especially the high-resolution ones, is capable of generating diagnoses and identifying the conflicts of use in a given territory, helping in the monitoring and surveillance of environments.

The monitoring of watersheds assists in environmental planning, whereby measuring the various forms of degradation it is possible to contribute to the identification of environmental problems (CUNHA, GUERRA, 2012).

The database created for the monitoring of basins helps to understand the initial processes and interactions that occur within the basin, facilitating the recognition of areas that need to adopt measures of prevention and/or recovery (JUSTUS, 2012).

Among the components present in a basin, the springs stand out because they are the most fragile because of the ease of their contamination. In order to control this characteristic as well as to contribute to the availability of water and to prevent water burial, it is important to adopt measures aimed at its preservation and recovery (SEMA, 2010).

Therefore, the present study aimed to delimit the areas of permanent preservation to the surroundings of springs and the identification of the main conflicts of use present in an area in the city of Céu Azul, proposing mitigating measures to minimize the impacts suffered by the environment.

Material and Methods

Study Area

The study area is located in the city of Céu Azul in the western region of the state of Paraná (Figure 1), the estimated population of the municipality is 11,649 inhabitants, with a territorial area of 1179,449 km², of which 852 km² correspond to the native forest preserved, the Iguaçu National Park (IBGE, 2010).

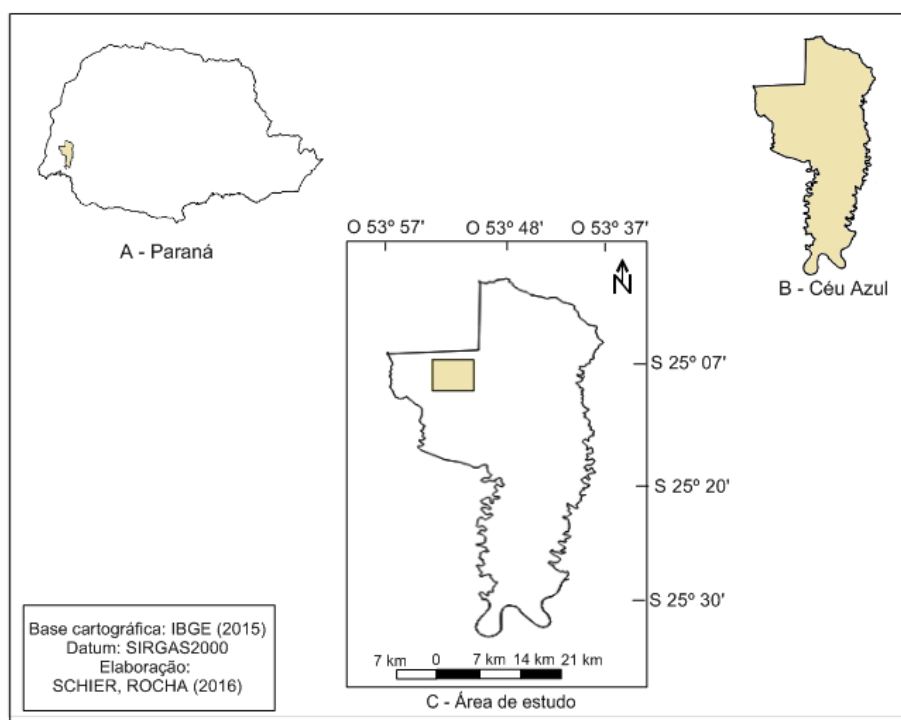


Figure 1 –Geographical location of the study area

In relation to geology, the municipality is located in the Serra Geral formation that covers a large part of the Third Plateau, in addition to the occurrence of intrusive dikes associated with the Ponta Grossa Arch from the coastal region (PARANÁ, 2017).

According to Santos et al. (2006), the municipality of Céu Azul is part of the morphostructural unit of the Paraná sedimentary basin, presenting medium dissection, elongated and flattened tops, convex slopes and V-shaped valleys, modeled in rocks of the Serra Geral formation, mainly basalt and in relation to morpho-cultural subunit the municipality is located in the Plateau of Cascavel.

According to the soil map of ITCG - Instituto de Terras, Cartografia e Geociências Institute of Lands, Cartography, and Geosciences (2008), the main soil classes present in the municipality of Céu Azul are the Red Latosol, the Littoral Neosol, and the Red Nitosol, and of these, the Latosol is predominant.

The predominant vegetation of the municipality corresponds to the Semideciduous Seasonal Forest, which contains as its largest remnant the Iguaçu National Park, which has an area of 185262.2 ha representing 72% of Céu Azul, encompassing a rich biodiversity, consisting of representative species of fauna and Brazilian flora (SEMA, 2010; ICMBio, 2017).

In the study area is contained the Sanga Ibiapó, which is born in the Municipal Forest and will be used as a source of water abstraction to supply the municipality, Sanga Menegus which benefits an agroindustrial industry, in addition to the Rio Azul located in

the Iguaçu National Park and the Basin Rio Treza used for agricultural purposes (CÉU AZUL, 2008).

According to the climatic classification of Köppen the western region of Paraná is called Cfa (subtropical climate), with average temperature in the coldest month lower than 18°C and average temperature in the hottest month above 22°C, with hot summers, infrequent frost and tendency of rainfall concentration in the summer months, however without a defined dry season (IAPAR, 1998).

Methodology

To reach the proposed objectives, in the first stage of the study was delimited a surrounding rectangle on the urban and peri-urban area of the city of Céu Azul, corresponding to the study area. Subsequently, was identified the springs present in this area through field visits and use of the Google Earth Pro software.

Subsequently, the analysis was carried out to determine whether or not the springs were in accordance with the legislation regarding the permanent preservation area established by Law 12651/2012 corresponding to 50 meters, using the same software.

The second stage of the study consisted of the identification of conflicts of use present in the areas of permanent preservation. For that, the thematic map of land use and coverage with the Google Earth Pro software 2018 was elaborated, where polygons of different colorings were delineated representing each land use class, being these the agricultural use, pasture, forest vegetation, urban area and consolidated urban area.

After identification of springs that are not protected by the permanent preservation radius and the identification of conflicts of use, mitigating measures were suggested to minimize impacts on the environment.

Results and Discussion

Characterization of land use and land cover in springs

Aiming to understand the spatial distribution of land uses present in the areas of springs, anthropic activities and forest cover were identified (Figure 2) with their respective percentages in an area of approximately 40 km². Table 1 shows that agriculture currently comprises the main form of use, followed by forest vegetation, pasture, and urban areas.

Table- Areas of land use and land cover¹

Land use and land coverage	Area (km ²)	Percentage (%)
Consolidated urban area	3.377	8.36
Expanding urban area	0.716	1.77
Agriculture	16.032	39.67
Pasture	4.992	12.35
Vegetation	15.294	37.85
Total Area	40.411	100.00

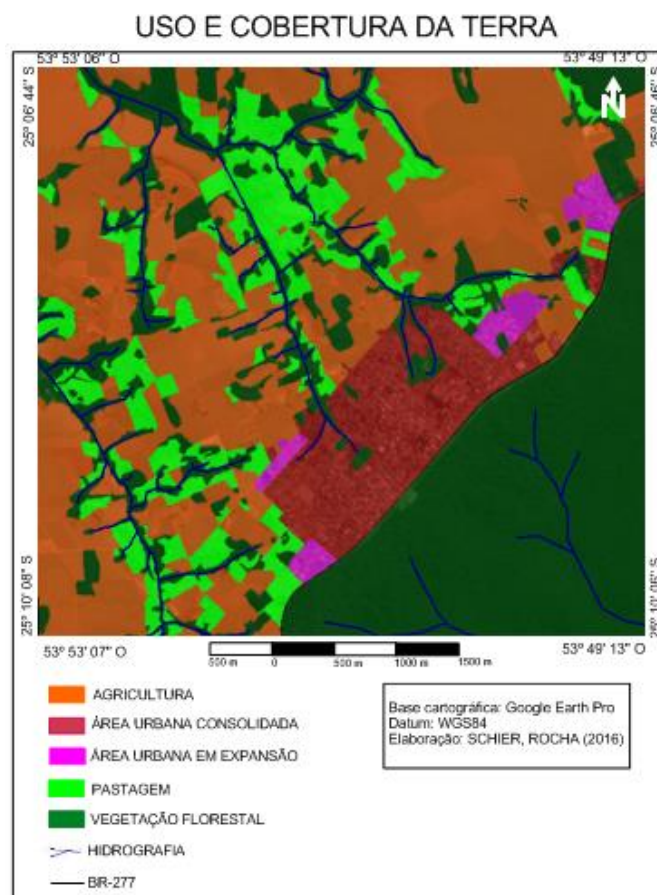


Figure 2 - Use map and land cover of the study area in Céu Azul

In medium transshipment regions, there is a predominance of agricultural use, destined for corn and soybean crops in the summer and wheat in the winter, being mostly commercialized in cooperatives of the region that use them for the manufacture of feed, oil, and flour respectively. A portion of what is produced is also destined for export (CÉU AZUL, 2008).

In the flat areas of the municipality are the consolidated and expanding urban activities, close to BR-277. The consolidated urban area represents 8.36% of the total, while the urban area in expansion corresponds to 1.77%, occupying sites previously destined for agricultural crops (CÉU AZUL, 2008).

The pastures are located on the low slope, usually close to the waterways and account for 12.35% of the total area. The main application is with cattle, with about 22,173 heads distributed in 493 properties (CÉU AZUL, 2008).

The largest portion of vegetation is in the southeast region of the map, being this the Iguaçu National Park, besides the municipal forest and in the areas near the water courses.

With respect to the riparian forest present along the water courses, it is observed that it is discontinuous and in some cases, it contests space with irregularly arranged constructions, therefore, in certain places the legislation is not being met.

The same situation occurs in the areas around the springs, and in most cases, the 50-meter radius of the PPA is not respected, including the spring used by the agroindustrial cooperative, wherein its initial stretch it receives irregular occupation in several lots.

In their study, Soares et al. (2011) identified the conflicts of land use present in the São Bartolomeu River Basin, which identified that 59.70% of the PPAs were being used illegally, mainly in pasture and agriculture.

Oliveira et al. (2008) obtained similar results in the areas of permanent preservation around the Caparaó National Park, where 73.75% of these had the undue use, with pasture and agriculture being the main classes of occurrence.

Identification and analysis of permanent preservation areas

A total of 71 springs were observed through field observations and help from the Google Earth Pro software, each of which was delimited by a 50-meter radius as shown in Figure 3, which later showed conflicting uses.

Table 2 shows the degree of protection that each spring has, and only 9 of the 71 springs have a radius of 50-meter of permanent preservation, that is, only 12.67% of the springs are in compliance with current legislation.

Table 2 - Degree of protection of springs	
%	Springs
0-25	15
25-49	20
50-74	13
75-99	14
100	9

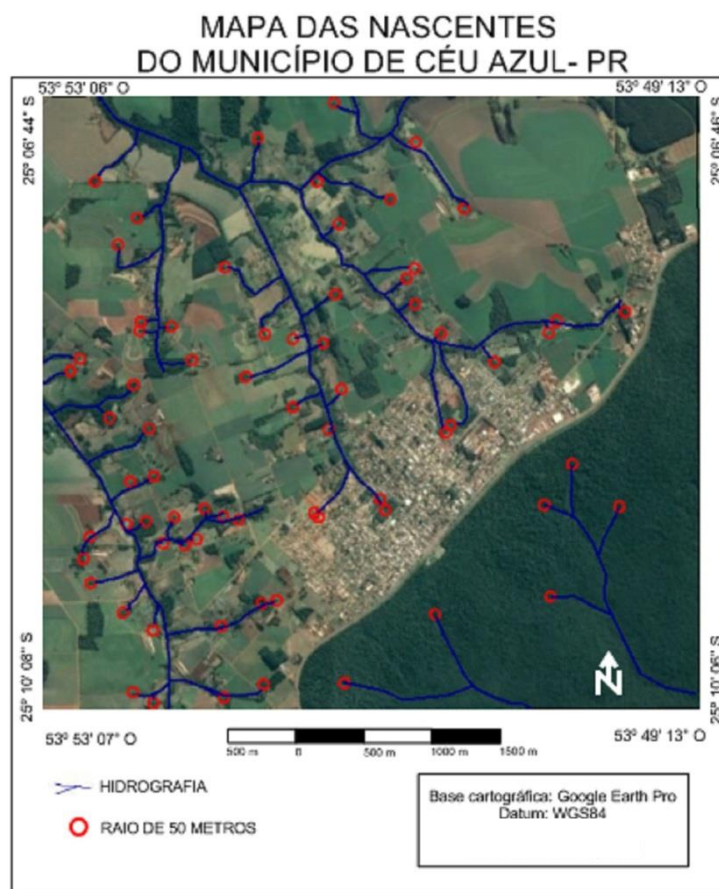


Figure 3 - Map of springs in the municipality of Céu Azul

Of the nine springs that have a radius of 50 meters of preservation, six are located in the Iguaçu National Park shown in Figure 4 and one is in the Municipal Forest (Figure 5), which has an area of 2 hectares containing native species (CÉU AZUL, 2008).



Figure 4 - Iguaçu National Park in the municipality of Céu Azul



Figure 5 - Spring protected in the Municipal Forest of the municipality of Céu Azul

The other two springs, which are preserved, are located in rural properties, one of which is surrounded by native species and the other has native species in addition to Eucalyptus, but if the management techniques are not followed it can cause soil impoverishment and erosion.

Most of the springs present less than fifty percent of their protected area, and the limit at which the permanent preservation area should be invaded by agricultural and pasture areas, as shown in Figures 6 and 7, respectively, such invasions may cause irreversible damage to this resource.



Figure 6 - Spring invaded by agricultural area in the municipality of Céu Azul



Figure 7 - Spring invaded by the pasture in the municipality of Céu Azul

Overlapping the map of land use and coverage with the map of springs it can be observed that of all the springs only nine have no conflict of use (Table 3) since they have an adequate permanent preservation area. In relation to the others, the greatest use of the soil near the springs is pasture, followed by the agricultural and urban area.

Table 3 - Conflict of use in springs	
Conflict of use	Number of springs
Agriculture	24
Urban area	5
Pasture	33

The substitution or withdrawal of native vegetation near the watercourses according to Finotti et al. (2009) can influence the regulation of microclimate and soil preservation, besides changing the availability and quality of water bodies.

In the case of rural properties due to the presence of animals and the use of springs as drinking fountains, they can be directly influenced as regards the quality and quantity of the spring's contribution to the micro-watershed. This situation could be corrected with the installation of a fence around the permanent preservation areas, as suggested by Gomes et al. (2007).

In these grazing areas, the soil is compacted due to the constant trampling of animals, causing less water to infiltrate and consequently increasing runoff, carrying soil particles, contaminants, and animal waste to the sources.

The transport of these elements to the eyes of water increases the concentration of organic matter and contributes to the burial and contamination due to the presence of

pathogenic microorganisms that can infect the man, therefore, in these areas the minimum limit of 50 meter of permanent preservation.

Besides pasture, another conflict of use identified in the study area was agriculture, present in 24 control points, which corresponds to 37% of the total. According to the IBGE (2006), a large area of the municipality of Céu Azul is destined to permanent and temporary crops, totaling 1,083 hectares.

In the areas destined to agriculture, some conservationist management practices such as level planting and crop rotation were evidenced, showing that farmers have known about the benefits that these actions add to the soil, minimizing their degradation.

Comparing the areas of pasture with those of agricultural use, Souza; Alvez (2003) reported that pastures, although well managed and with good soil cover, are characterized by lower values of infiltration, indicating a compacted soil that with the impact of the raindrop will give off its particles, being able to contribute to the burial of springs.

With respect to the urban area, only five springs are present and of these, only one is protected, the others are directly subject to pollution due to the lack of protection to their surroundings and consequently being of easy access incurs in inadequate uses, needing urgent measures for their preservation, among them, the existence of an area of permanent preservation.

The soil present in the PPA has good infiltration capacity and due to the layer of protection formed by the litter the impact caused by the raindrops is minimized, an effect evidenced by Silva et al. (2005) in tests with rain simulator when analyzing the soil loss that occurs varying the coverage percentage of the soil.

Preservation measures for springs

- I. Planting of forest species in the area of permanent preservation that includes a radius of fifty meters around springs and to the surroundings is also recommended the planting of shrub species to avoid the transport of soil particles to the water bodies.
- II. The Secretary of State for the Environment and Water Resources (2010) points out that there is no ideal composition of species to be planted, but it has the most adequate for each specific situation. Planning the orientation of a specialized technical staff is fundamental for this purpose.
- III. Isolation of PPAs in order to avoid contamination of water by individuals and animals, as well as the improper exploitation of these areas for agriculture. According to Costa et al. (1996), the main reason for the preservation areas being

occupied by agricultural practices is due to the fertility of the soils near the river bed.

- IV. Distribution in the use of the soil to the surroundings of springs, this being done by the greater possible distance of animals, so that their wastes do not come in contact with the water, favoring the increase in the development of algae and the contamination by pathogens that can cause diseases in the men.

In addition, the animals compose the soil, causing it to decrease water infiltration. According to SEMA (2010), it is important that soils have conditions to infiltrate all rainwater, preventing the formation of surface flow that may cause burial of springs.

- V. The implementation of rural facilities such as poultry houses, stables, pens, or any other activity close to the area surrounding the springs that carry the risk of contamination by infiltration or surface haulage should be avoided (CALHEIROS et al., 2004).

Measures for recovery of springs

For the places where it is intended to capture the water from the source for later use, it is recommended that it be preserved, otherwise, the ideal is that the source should remain unchanged, with only the permanent preservation area.

In the state of Paraná for the recovery of springs, the "Protected Springs" booklet prepared by the Secretariat of State for the Environment and Water Resources (SEMA) is used, which establishes a sequence of actions that must be carried out, these being:

- a) Cleaning of the place: The cleaning of the springs must be done manually avoiding the maximum damage to the local vegetation. At this stage, all the silted earth must be removed from the spring, as well as leaves, branches, and roots.
- b) Soil-cement preparation: While cleaning the spring, the soil must be sifted and mixed with cement and water, in the measure 5: 1 (soil: cement) in the case of clay soils and for less clayey soils the measure of 6: 1. Subsequently, the mixture will be used to cover the source.
- c) Construction of the protective structure: A layer of the soil-cement mass is placed over a pipe (0 to 100 mm) that will be used to clean the source and another one called the water outlet pipe, for local use, this may be 25, 32 or 50 mm, depending on the flow rate in question.

After laying a few more layers of soil-cement the pipes "thieves" are inserted, for them the excess water will pass, avoiding the rupture of the dam.

With the dam ready, space, where the earth was removed from the silting, is filled with rocks, after that, the treatment pipe is placed that will be used to disinfect the interior of the source. Finally, a complete closure with soil-cement should be done, protecting the source from possible silting.

- d) Isolation of the area: When the soil-cement dries, protection screens must be placed in the "thieves" so that animals or insects do not enter inside the springs that can contaminate the water (SEMA, 2010).

The area surrounding the springs should be surrounded by avoiding the approach of animals, men, and vehicles. Another important measure is the redistribution of the roads located near the springs, aiming their preservation (CALHEIROS, 2004).

Final Considerations

Through identification and delimitation of the radius of preservation that each spring contained, it was possible to observe that only 9 of the 71 springs respect the radius of PPAs, of which two are present in the agricultural area, one in the urban area and six in the Iguaçu.

Based on this information it is possible to evaluate that a large number of springs present in the municipality has low protection, presenting as main conflict of use the pasture followed by agriculture.

The improper uses of PPAs imply a greater soil compaction, which contributes to the transport of particles to the water bodies, which can cause contamination beyond the sediments, due to the presence of animal residues in the pastures and the application of pesticides areas for agricultural cultivation.

These surveys aim to propose measures for the conservation and recovery of natural resources in urban and rural environments, minimizing the impacts generated in the environment and ensuring their preservation.

References

BRASIL. **Lei Federal nº12.651, de 25 de maio de 2012.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm#art83>. Acesso em: 17 jul. 2018.

CALHEIROS, Rinaldo de O.; TABAI, Fernando C. V.; BOSQUILIA, Sebastião V.; CALAMAR, Márcia. **Preservação e Recuperação das Nascentes.** Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ – CTRN, 2004.

COSTA, Thomaz.; SOUZA, M. G.; BRITES, Ricardo S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente, por meio de um sistema de informações geográficas (SIG). In: VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador. **Anais...** Salvador, p. 121-127, 1996.

CUNHA, Sandra B.; GUERRA, Antônio José T. **Geomorfologia e meio ambiente**. 11 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 396p.

FINOTTI, Alexandra R.; FINKLER, Raquel.; SILVA, Maurício D. A. **Monitoramento de recursos hídricos em áreas urbanas**. Caxias do Sul, RS:Educs, 2009, 272 p.

GOMES, Natalino M.; FARIA, Manoel A.; SIVA, Antônio M.; MELLO, Carlos R.; VIOLA, Marcelo R. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo associados ao uso e ocupação da paisagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.4, p.427–435, 2007.

GUERRA, Antônio José T.; SILVA, Antonio S.; BOTELHO, Rosangela G. M. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 340p.

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Londrina, 1998.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário**. 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Infográficos: dados gerais do município**. 2010.

ICMBio – Instituto Chico Mendes. **Parque Nacional do Iguaçu**, 2017. Disponível em: < <http://www.icmbio.gov.br/parnaiguacu/biodiversidade/14-fauna.html>>. Acesso em: 24 jul. 2018.

ITCG – Instituto de Terras, Cartografias e Geociências. Solos – Estado do Paraná. 2008.

JUSTUS, Cláudia Maria. Utilização do SIG para monitoramento de alguns parâmetros físico-químico das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Pedro em Faxinal – PR. **Geingá: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia**, Maringa, v. 4, n.2, p.26-39, 2012.

NASCIMENTO, Melchior.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, Carlos A. A. S. SILVA, Elias. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Alegre, Espírito Santo. **Revista Ciência Florestal**, v. 15, n.2, p. 207-220, 2005.

OLIVEIRA, Fernando S.; SOARES, Vicente P.; PEZZOPANE José E. M.; GLERIANI, José M.; LIMA, Gumercindo S.; SILVA, Elias; RIBEIRO, Carlos A. A. S.; OLIVEIRA, Ângelo M. S. Identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente no entorno do Parque Nacional do Caparaó, Estado De Minas Gerais. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.5, p.899-908, 2008.

PARANÁ, GOVERNO ESTADUAL. **Serra Geral**, 2017. Disponível em: <<http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=125>>. Acesso em: 24 jul. 2018.

PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE CÉU AZUL, 2008.

SANTOS, Leonardo José.; OKA-FIORI, Chisato.; CANALI, Naldy E.; FIORI, Alberto P.; SILVEIRA, Claudinei S.; SILVA, Julio M. F.; ROSS, Jurandyr L. S. Mapeamento Geomorfológico do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Paraná, ano 7, n. 2, p. 03-12, 2006.

SEMA. **Nascentes protegidas e recuperadas**. Curitiba. 2010. 24 p.

SILVA, Demétrius D.; . PRUSKI, Fernando F.; SCHAEFER, Carlos E. G. R.; AMORIM, Ricardo S. S.; PAIVA, KARLOS W. N. Efeito da cobertura nas perdas de solo em um argissolo vermelho-amarelo utilizando simulador de chuva. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n.2, p.409-419, 2005.

SOARES, Vicente P.; MOREIRA, Adelson A.; RIBEIRO, Carlos A. A. S.; GLERIANI, José M.; JUNIOR, Joel G. Mapeamento de áreas de preservação permanentes e identificação dos conflitos legais de uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão São Partolomeu – MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.555-563, 2011.

SOUZA, Zigomar; ALVEZ, Marlene C. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.1, p.18-23, 2003.