

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
ENGENHARIA AMBIENTAL**

DAIANE TEIXEIRA SCHIER

**MAPEAMENTO DA FRAGILIDADE POTENCIAL NO MUNICÍPIO
DE CÉU AZUL – PR: SUBSÍDIO PARA O ZONEAMENTO
URBANO E RURAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2017

DAIANE TEIXEIRA SCHIER

**MAPEAMENTO DA FRAGILIDADE POTENCIAL NO MUNICÍPIO
DE CÉU AZUL – PR: SUBSÍDIO PARA O ZONEAMENTO
URBANO E RURAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Engenheiro
Ambiental, da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Anderson
Sandro da Rocha

MEDIANEIRA

2017



TERMO DE APROVAÇÃO

**MAPEAMENTO DA FRAGILIDADE POTENCIAL NO MUNICÍPIO DE
CÉU AZUL – PR: SUBSÍDIO PARA O ZONEAMENTO URBANO E RURAL**

por

DAIANE TEIXEIRA SCHIER

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 10:20 hrs do dia 20 de junho de 2017, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Anderson Sandro da Rocha
Orientador

Prof^a. Dr^a. Carla Daniela Câmara
Membro titular

Prof. Dr. Dalésio Ostrovski
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico este trabalho a todos que me apoiaram durante essa trajetória.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus por ter me dado força nos momentos de fraqueza, permitindo que eu chegasse até aqui.

A minha mãe, por toda a paciência e apoio que teve comigo desde o principio e ao meu pai pelas infinitas ajudas e conhecimentos prestados, espero que um dia eu possa dar um pouco orgulho a vocês, assim como o que sinto quando os vejo.

Aos familiares que sempre estiveram me acompanhando e me dando apoio em cada decisão tomada, sou imensamente grata.

A todos os professores pelo conhecimento e conselhos partilhados, vocês contribuíram e muito, para o meu crescimento profissional e pessoal.

Ao meu orientador Professor Dr. Anderson Sandro da Rocha, nunca serei capaz de retribuir por todo o conhecimento, auxílio, paciência e horas dedicadas para que este trabalho chegasse ao seu resultado final, muito obrigada!

A todos os meus amigos e colegas que cruzaram meu caminho e de forma direta ou indireta contribuíram para que eu chegasse até aqui, em especial a Andressa, Caliandra, Fabiane, Edelvan, Jhenifer e João. Nunca vou esquecer esses anos que passamos juntos, foram inúmeros momentos que me fazem sorrir e agradecer a Deus por ter colocado vocês na minha vida.

Por fim, a todos aqui citados, a minha mais sincera gratidão.

*“Sonhe com aquilo que você quer ser,
porque você possui apenas uma vida
e nela só se tem uma chance
de fazer aquilo que quer.*

*Tenha felicidade bastante para fazê-la doce.
Dificuldades para fazê-la forte.
Tristeza para fazê-la humana.
E esperança suficiente para fazê-la feliz.*

*As pessoas mais felizes não tem as melhores coisas.
Elas sabem fazer o melhor das oportunidades
que aparecem em seus caminhos.*

*A felicidade aparece para aqueles que choram.
Para aqueles que se machucam
Para aqueles que buscam e tentam sempre.
E para aqueles que reconhecem
a importância das pessoas que passaram por suas vidas”.*
(O Sonho – Clarice Lispector)

RESUMO

SCHIER, Daiane Teixeira. **Mapeamento da fragilidade potencial no município de Céu Azul – PR: subsídio para o zoneamento urbano e rural.** 2017. 68f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

O uso exploratório do meio ambiente aliado à carência de planejamento ambiental acarreta em diversas alterações do meio natural, diante disso, utiliza-se o mapeamento de fragilidade ambiental potencial para evitar e/ou minimizar os impactos ambientais. Com base nestas características, o presente estudo visa à elaboração do mapeamento das áreas de nascente e da fragilidade ambiental no município de Céu Azul, localizado na região oeste do Paraná. As nascentes foram identificadas e enumeradas utilizando o software Google Earth Pro e os mapas temáticos foram elaborados com auxílio de alguns softwares, sendo estes, o mapa de uso e cobertura da terra utilizando o software Google Earth Pro, o mapa pedológico por meio do software Global Mapper e para o mapa de declividade usou-se o software QGis. Tais mapas serviram de base para o desenvolvimento do mapa de fragilidade ambiental potencial, posteriormente associou-se este a área urbana e agrícola a fim de identificar as classes de fragilidade presente nos diferentes tipos de uso da terra. Foi possível identificar que das 71 nascentes apenas 9 estão totalmente protegidas por vegetação, ou seja, 12,67% do total. Com relação a fragilidade, verificou-se que a maior parte da área urbana está presente em áreas de fraca e muito fraca fragilidade e uma pequena porcentagem nas áreas de média e forte fragilidade. Já as áreas agrícolas estão presentes em todas as classes de fragilidade, desde a muito fraca até a muito forte, necessitando, portanto da adoção de técnicas conservacionistas e medidas corretivas. Sendo assim, este estudo contribuiu para o zoneamento urbano e rural do município de Céu Azul – PR.

Palavras-chave: Áreas de preservação permanente. Fragilidade ambiental. Nascentes. Mapas temáticos.

ABSTRACT

SCHIER, Daiane Teixeira. **Mapping of the potential fragility in the city of Céu Azul – PR: subsidy for urban and rural zoning.** 2017. 68f. Term paper (Bachelor's degree in Environmental engineering) – Federal Technological University of Paraná. Medianeira, 2017.

The exploratory use of the environment together with the lack of environmental planning entails several changes in the natural environment, therefore, the mapping of potential environmental fragility is used to avoid and/or minimize environmental impacts. Based on these characteristics, the present study aims at the mapping of spring areas and environmental fragility in the city of Céu Azul, located in the western region of Paraná. The springs were identified and listed using the software "Google Earth Pro" and the thematic maps were elaborated with the aid of some softwares like "Google Earth Pro" for land use and land cover map, "Global Mapper" for the pedological map and "QGIS" for the slope map. This maps served as a basis for the development of the map of potential environmental fragility, later, it was associated at the urban and agricultural area in order to identify the classes of fragility present in each one. It was possible to identify that of the 71 springs only 9 are all protected, this represent only 12,67% of the total. Related with the fragility, it was obtained that the majority of the urban area is present in areas of weak and very weak fragility and a small percentage in the areas of medium and strong fragility. The agricultural areas are present in all classes of fragility, between very weak to very strong, therefore, requiring the adoption of conservation techniques and corrective measures. Therefore, this study contributed to the urban and rural zoning of the city of Céu Azul - PR.

Keywords: Permanent preservation areas. Environmental fragility. Springs. Thematic maps.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição esquemática da área ao entorno de nascentes	25
Figura 2 – Mesorregião Oeste do Paraná com destaque para a área de estudo localizado no município de Céu Azul	26
Figura 3 – Mapa hipsométrico do município de Céu Azul	28
Figura 4 – Delimitação da área de estudo.....	29
Figura 5 – Mapa de uso e cobertura da terra da área de estudo em Céu Azul	34
Figura 6 – Mapa de nascentes no município de Céu Azul	36
Figura 7 – Parque Nacional do Iguaçu no município de Céu Azul	37
Figura 8 – Nascente protegida no Bosque Municipal do município de Céu Azul	38
Figura 9 – Nascente invadida por área agrícola no município de Céu Azul	39
Figura 10 – Nascente invadida por pastagem no município de Céu Azul	39
Figura 11 – Mapa pedológico do município de Céu Azul	42
Figura 12 – Mapa de declividade do município de Céu Azul.....	44
Figura 13 – Mapa de fragilidade potencial do município de Céu Azul.....	46
Figura 14 – Mapa de fragilidade potencial com a área urbana do município de Céu Azul – PR.....	50
Figura 15 – Mapa de fragilidade potencial com a área agrícola do município de Céu Azul – PR.....	52
Figura 16 – Distribuição esquemáticas das áreas adjacentes a nascente	54

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Área com a presença de Neossolo Litólico no município de Céu Azul	43
Fotografia 2 – Área com declividade forte no município de Céu Azul	45
Fotografia 3 – Área com fragilidade muito fraca no município de Céu Azul	47
Fotografia 4 – Área com fragilidade média no município de Céu Azul	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classes de fragilidade dos solos	32
Quadro 2 – Classes de fragilidade com relação à cobertura vegetal	32
Quadro 3 – Classes de fragilidade com relação à declividade	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Áreas do uso e cobertura da terra	35
Tabela 2 – Grau de proteção das nascentes.....	37
Tabela 3 – Conflito de uso nas nascentes	40
Tabela 4 – Classes de declividade com área equivalente.....	46
Tabela 5 – Classes de fragilidade com área equivalente	49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	15
1.1.1 Objetivo Geral	15
1.1.2 Objetivos Específicos	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 MAPEAMENTO DE FRAGILIDADE AMBIENTAL APLICADO AOS ESTUDOS URBANOS E PERIURBANOS.....	16
2.2 ZONEAMENTO AMBIENTAL	19
2.3 MONITORAMENTO E RECUPERAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS.	21
3 METODOLOGIA	26
3.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	26
3.2 ELABORAÇÃO DE CARTAS TEMÁTICAS	29
3.3 ELABORAÇÃO DAS CARTAS DE FRAGILIDADE	31
3.4 IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO DAS NASCENTES .	33
3.5 PROPOSTAS DE RECUPERAÇÃO E PRESERVAÇÃO	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA.....	34
4.2 IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.	36
4.3 ANÁLISE DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL.....	41
4.4 MEDIDAS DE PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO	53
4.4.1 Medidas de preservação de nascentes	53
4.4.2 Medidas de recuperação de nascentes	55
4.4.3 Recomendações para áreas agrícolas com média e alta fragilidade ambiental.....	56
4.4.4 Recomendações para áreas de pastagens com média e alta fragilidade ambiental.....	57
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

A falta de planejamento ambiental e as atividades exploratórias do meio ambiente acarretaram em uma série de problemas, entre eles, o aumento da suscetibilidade dos solos a erosão, assoreamento de corpos hídricos e a contaminação do ar, água e solo tanto no meio urbano quanto no meio rural.

Um dos instrumentos utilizados para auxiliar no planejamento ambiental é a elaboração de cartas temáticas, as quais consistem em identificar as características naturais e antrópicas de uma determinada região, tais como a declividade, a distribuição das classes de solo, além do uso e ocupação do solo.

As cartas temáticas podem ser elaboradas com o auxílio de programas de geoprocessamento, permitindo a identificação e localização dos usos e ocupações de regiões próximas às nascentes em uma bacia hidrográfica, que aliada à declividade e classe do solo possibilita a elaboração da carta de fragilidade ambiental.

A carta de fragilidade ambiental identifica as áreas de risco geotécnico de uma bacia hidrográfica, que devido a sua característica natural e/ou alterações antrópicas modificadoras do meio ambiente se tornaram impróprias para o desenvolvimento de algumas atividades, como por exemplo, construções de residências.

Decorrente disso, o mapeamento da fragilidade ambiental vem sendo utilizado por órgãos públicos e privados, relacionando os ambientes com suas restrições, auxiliando na tomada de decisões acerca das ações que devem ser implementadas nas áreas com risco potencial.

Segundo Spörl; Ross (2004) os estudos desenvolvidos sobre a fragilidade dos ambientes são fundamentais para o planejamento ambiental, uma vez que a identificação dessas áreas permite uma melhor programação a respeito das ações preventivas e corretivas que podem ser desenvolvidas no local.

Com os estudos detalhados voltados ao planejamento que utilizam o zoneamento ambiental é possível evitar o uso inadequado de territórios e conseqüentemente acidentes ambientais, pois são realizadas análises de

forma integrada dos diversos componentes que compõem o meio visando a sua recuperação, preservação e conservação.

O zoneamento ambiental realizado nos municípios avaliam diversos componentes, entre eles o tipo de solo, topografia e vegetação, desta maneira, os riscos provocados ao meio são minimizados e a ocupação do solo regularizada, propondo um planejamento adequado para cada fragilidade potencial.

Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo obter informações que subsidiem o zoneamento urbano e rural através do mapeamento das áreas de nascente e da fragilidade ambiental no município de Céu Azul.

A pesquisa também irá avaliar os possíveis fatores antrópicos que alteram o equilíbrio das nascentes, delimitando as áreas de preservação permanente e propondo medidas de prevenção e recuperação em áreas consideradas com médio e alto grau de fragilidade.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Elaborar o mapeamento da fragilidade potencial no município de Céu Azul – PR como subsídio para o zoneamento urbano e rural.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Elaborar mapas temáticos: mapa de uso e cobertura da terra, mapa de declividade e mapa pedológico do município de Céu Azul;
- Identificar e mapear as fragilidades ambientais potenciais associadas à área urbana e agrícola;
- Avaliar os fatores antrópicos que alteram o equilíbrio de nascentes da área de estudo e delimitar as áreas de preservação permanente das mesmas de acordo com a legislação vigente;
- Sugerir propostas de conservação e recuperação das áreas consideradas com médio e alto grau de fragilidade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MAPEAMENTO DE FRAGILIDADE AMBIENTAL APLICADO AOS ESTUDOS URBANOS E PERIURBANOS

A utilização dos recursos naturais de forma abusiva está diretamente ligada ao desenvolvimento tecnológico e econômico da sociedade, fazendo com que o meio seja degradado sucessivamente. Este cenário faz com que seja cada vez mais urgente um planejamento físico territorial dando enfoque a questões ambientais, em especial a fragilidade do meio (DONHA; SOUZA; SUGAMOSTO, 2006).

Segundo Gimenes; Augusto Filho (2013) várias metodologias têm sido sugeridas na avaliação e classificação da degradação ambiental, porém, o mapa de fragilidade ambiental possibilita delimitar quais áreas são mais atingidas por alterações em sua dinâmica natural.

Conforme Tricart (1977) as fragilidades ambientais devem ser avaliadas quando se deseja aplicá-la no planejamento ambiental, baseando-se no conceito de Unidades Ecodinâmicas. De acordo com esta concepção a natureza e as forças que agem sobre ela estão em equilíbrio dinâmico, porém as intervenções humanas fazem com que haja um desequilíbrio permanente ou temporário. Diante disso Tricart definiu que quando os ambientes estão em equilíbrio são estáveis e quando em desequilíbrio são instáveis.

Os padrões de fragilidades são representados por Unidades Ecodinâmicas Estáveis (Instabilidade Potencial) que não sofreram alterações antrópicas e Unidades Ecodinâmicas Instáveis (Instabilidade Emergente/Ambiental) que sofreram modificações, sendo assim, se tem o mapa de Fragilidade Potencial que é gerado com o cruzamento de informações sobre solos, declividade, clima e geologia e o mapa de Fragilidade Emergente/Ambiente a partir do cruzamento de uso do solo e vegetação com o mapa de Fragilidade Potencial (ROSS, 1994).

O mapeamento de fragilidade vem sendo uma importante ferramenta utilizada para a realização do planejamento territorial ambiental, possibilitando

a análise de riscos potenciais de uma determinada área verificando as suas restrições de acordo com as características predominantes (KAWAKUBO et al., 2005).

Na determinação da fragilidade ambiental é necessário realizar um estudo dos componentes físicos e bióticos que compõem o meio, tais como, uso e ocupação do solo, declividade, clima e cobertura vegetal, além disso, também devem ser consideradas ações antrópicas que alteram o ambiente (DONHA; SOUZA; SUGAMOSTO, 2006).

De acordo com Ross (1994) estes estudos devem ser analisados de forma integrada, baseando-se no princípio de que a natureza possui funcionalidade intrínseca entre os seus elementos físicos e bióticos, gerando como resultado diferentes classes de fragilidade que o meio apresenta.

No diagnóstico de diferentes níveis de fragilidade é importante verificar os produtos dos solos, levantamentos geológicos, usos e ocupações do território, relevos e condições climáticas, pois o solo é considerado um elemento essencial à base dos ecossistemas e das atividades humanas (MASSA; ROSS, 2012).

No planejamento ambiental a identificação dos diferentes tipos de solos de uma região representa seu maior objetivo, que é a subdivisão de áreas heterogêneas em partes mais homogêneas, de forma a apresentar a menor variação possível em função dos parâmetros de classificação e das características para a distinção dos solos (EMBRAPA, 1995).

Ross (1994) diante dos diferentes estados de equilíbrio e desequilíbrio que o ambiente se encontra estabeleceu uma hierarquia de fragilidade ambiental, ressaltando ser possível classificar a fragilidade dos solos baseando-se em suas classes e características.

Os principais tipos de solos encontrados na região Oeste do Paraná são os Latossolos, Nitossolos e Neossolos. Ocupando mais da metade do Brasil em geral nos relevos planos, os Latossolos são bastante profundos e intemperizados, além de apresentarem boa drenagem, fazendo com que se tenha alta estabilidade e pouco risco a erosão (EMBRAPA, 2013).

Já os Nitossolos são encontrados principalmente na região sul do país, caracterizados por serem profundos e bem drenados, porém, quando encontrados em relevos ondulados e mal manejados a erosão é inevitável

(EMBRAPA, 2013).

Encontrados principalmente em relevos declivosos os Neossolos são solos rasos, portanto, pouco evoluídos, tornando-os vulneráveis a erosão principalmente quando não possuem cobertura vegetal. Preferencialmente deve ser utilizado como área de preservação, evitando a ocupação urbana (EMBRAPA, 2013).

Determinados tipos de solos podem se degradar com maior facilidade do que outros, devido a diferenças nas características físicas e químicas dos mesmos. Sendo assim, além do tipo de solo outro fator que interfere nos processos erosivos é o uso que o mesmo recebe, pois, seu uso adequado protege o solo direta e indiretamente contra os efeitos que modificam os relevos (KAWAKUBO et al., 2005).

O levantamento de dados sobre a cobertura vegetal vem acompanhado pela informação sobre o uso do solo, permitindo o estabelecimento das atribuições ou alterações de uso do mesmo. Desta maneira é possível identificar as áreas prioritárias para o início da implantação do planejamento ambiental (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 1999).

A ocupação do solo no Brasil ocorreu sem nenhuma forma de planejamento, ao longo dos anos a cobertura florestal foram cedendo lugar a culturas agrícolas, pastagens e centros urbanos, tendo como resultado vários problemas ambientais, como a extinção de espécies, erosão dos solos e o assoreamento de corpos d'água (CUNHA; GUERRA, 1998).

De acordo com Vanzela; Hernandez e Franco (2010) nos últimos anos o desenvolvimento agrícola no Brasil aumentou significativamente e por consequência, o uso de recursos naturais, que devido à falta de planejamento ligado as características do solo e clima, favorecem uma potencial perda de solo por erosão.

Em bacias com cobertura de floresta natural a perda de solo é reduzida, onde a vegetação serve como barreira diminuindo o impacto direto das gotas de chuva, fazendo com que a desagregação das partículas seja reduzida, bem como a sedimentação e lixiviação em excesso, mantendo o abastecimento de água de boa qualidade (SILVA et al., 2005).

Em seu estudo Donadio, Galbiatti e De Paula (2006) observaram que as características do solo, bem como seus diferentes usos influenciam na

qualidade das microbacias e que em nascentes com vegetação natural a qualidade da água apresentou-se superior que nas nascentes com uso agrícola.

Juntamente com a análise do tipo de solo e seu uso e ocupação outro fator a ser considerado é a declividade do terreno que possui intervalos já considerados em estudos de capacidade de uso agrícola associado a valores críticos da geotecnia que indicam a classe dos processos erosivos e dos riscos de escorregamento (ROSS, 1994).

Os valores das cartas de declividade para a realização de estudos ambientais e de planejamento em áreas urbanas e rurais têm sido reconhecidos por diversos pesquisadores. Juntamente com outras variáveis a declividade do terreno é responsável pela velocidade dos fluxos de água, que podem levar a processos erosivos (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 1999).

Os trabalhos de planejamento ambiental requerem uma série de dados importantes (uso do solo, declividade, cobertura vegetal, etc.) e para cada situação um cenário deve ser desenvolvido, estabelecendo os tipos de dados quantitativos que auxiliam na tomada de decisão (DONHA; SOUZA; SUGAMOSTO, 2006).

Portanto, através do cruzamento de informações o mapeamento da fragilidade do ambiente aponta quais locais são mais e menos favoráveis a diversas formas de ocupação e problemas ambientais, servindo como uma importante ferramenta para o planejamento ambiental (KAWAKUBO et al., 2005).

2.2 ZONEAMENTO AMBIENTAL

Devido ao conhecimento que o homem vem obtendo ao longo dos anos, espera-se que as ocupações em áreas de risco diminuam, porém, nos países em desenvolvimento o percurso está sendo feito de maneira oposta, acarretando em perdas de bens materiais e de vidas humanas (COSTA; NISHIYAMA, 2012).

A ocupação de encostas, áreas costeiras, planícies fluviais e diversos

locais de risco tem tido o prognóstico geomorfológico, fazendo com que sejam evitadas situações como deslizamentos, enchentes e erosões. Sendo assim, se torna fundamental o planejamento ambiental para proporcionar uma ocupação mais segura, além de um uso adequado do solo (GUERRA; MARÇAL, 2012).

O termo planejamento ambiental tem sido cada vez mais utilizado por profissionais que trabalham com meio ambiente, a expressão é utilizada de forma abrangente definindo todo e qualquer projeto de planejamento de um determinado local que considere os aspectos físicos, naturais, sociais e econômicos para a avaliação das possibilidades de uso do território e dos recursos naturais (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 1999).

Para que se tenha um planejamento ambiental eficaz é importante conhecer todos os recursos disponíveis e para quais finalidades são utilizados, neste sentido, o zoneamento é comumente utilizado como avaliador do território (SILVA; SANTOS, 2004).

Com a interpretação de fotografias aéreas e posterior verificação de campo o zoneamento permite identificar se numa determinada bacia hidrográfica está tendo o uso correto do solo e respeitado as áreas em que a legislação determina que se tenha a preservação da vegetação nativa (VENÂNCIO, 2013).

O zoneamento tem como objetivo determinar regimes especiais de uso, posse e aproveitamento da propriedade, evitando o desordenamento do uso e ocupação do solo, potencializando o desenvolvimento sustentável das cidades (ROCHA et al., 2015).

De acordo com Silva e Santos (2004) o zoneamento é um trabalho interdisciplinar que identifica e delimita as áreas ambientais em um determinado território, visando também orientar a revisão de políticas de pesquisa, conservação e manejo dos recursos naturais.

Costa e Nishiyama (2012) constataram que o zoneamento ambiental é um instrumento fundamental para o planejamento, uma vez que sua implementação está ligada ao desenvolvimento socioeconômico de uma região e aprimora a produção do espaço urbano e rural.

Segundo Montañó et al. (2007) o zoneamento ambiental é uma importante ferramenta para a obtenção de respostas quanto à viabilidade do uso e ocupação do solo, levando em consideração aspectos ambientais e a

delimitação de áreas de influência.

Na gestão urbana a política ambiental de zoneamento estabelece em que regiões haverá o crescimento urbano, considerando as legislações específicas sobre uso do solo e a função social da propriedade, contribuindo para a conservação dos recursos naturais (BARCELLOS; BARCELLOS, 2004).

Desta maneira, o zoneamento ambiental é utilizado como ferramenta para o ordenamento do território, sendo que o mesmo analisa não somente os aspectos econômicos e sociais, mas também as questões ambientais, fazendo com que as atividades que necessitam ser executadas sejam viáveis (SANTOS; RANIERI, 2013).

2.3 MONITORAMENTO E RECUPERAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Para um estudo que engloba diferentes níveis de fragilidade ambiental, é necessária a realização de um estudo integrado do meio físico associado a suas características de uso e ocupação do solo, tendo como resultado um mapa de fragilidade gerado a partir de Sistema de Informação Geográfica (SIG) (FRANCO et al., 2012).

A partir da década de 80, o desenvolvimento de técnicas de computação e dos SIG's tem permitido manusear um grande número de informações sobre o meio físico, porém vale ressaltar que não substituem os conhecimentos sobre a área adquiridos em campo (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 1999).

O termo Sistema de Informação Geográfica é utilizado para “sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações através de sua localização espacial” (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2008).

As técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto são de fácil acesso e baixo custo, facilitando seu uso no planejamento ambiental, entre os elementos que podem ser analisados está o uso e ocupação do solo que se feito de maneira inadequada ou exploratória pode causar grande impacto no meio ambiente (WEISS et al., 2013).

Ribeiro, Santos e Centeno (2003) destacam que as imagens do sensoriamento remoto atualmente têm sido empregadas nas áreas urbanas devido ao aumento da resolução espacial, permitindo um melhor reconhecimento dos objetos.

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 de um determinado território, servindo como monitoramento e fiscalização de ambientes.

Com a criação dos sensores de alta resolução espacial se tornou possível à análise de elementos da paisagem urbana como casas, árvores e ruas, fazendo com que se tenha uma revolução na confecção e manutenção de bases cartográficas e também no processo de classificação de imagens (NISHIDA, 1998).

Os algoritmos de classificação de imagens baseados nos dados espectrais de um pixel passaram a ser substituídos por outras abordagens que incluem outros atributos, dentre elas a segmentação da imagem e a posterior classificação dos segmentos como unidades da mesma (RIBEIRO; SANTOS; CENTENO, 2002).

Diante disso, o Google Earth Pro vem se tornando uma das ferramentas utilizadas no planejamento ambiental, pois utilizando suas imagens de alta resolução é possível a visualização de paisagens sofisticadas e a utilização de diversas ferramentas como cálculo de áreas e distâncias.

O uso de diversos programas e ferramentas de sensoriamento remoto vem possibilitando que diversas avaliações sejam feitas de forma simplificada e que informações sejam geradas em um curto período de tempo, além de permitir a inserção de novas variáveis a qualquer momento, fazendo com que vários setores a utilizam, se tornando uma importante ferramenta para o planejamento ambiental (DONHA; SOUZA; SUGAMOSTO, 2006).

Segundo Robaina et al. (2009) o planejamento ambiental é estruturado em levantamento, análise e síntese. O processo se inicia quando os objetivos são traçados e na sequência os dados são agrupados para facilitar sua interpretação. A análise é realizada de forma integrada e a síntese consiste em caracterizar a vulnerabilidade, potencialidade, acertos e conflitos ambientais.

O monitoramento de bacias hidrográficas auxilia no planejamento

ambiental, onde por meio da mensuração das diversas formas de degradação ambiental é possível contribuir na realização de um diagnóstico de problemas ambientais (CUNHA; GUERRA, 2012).

Entende-se como bacia hidrográfica a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, limitada pelos divisores de água, sua delimitação pode ser feita por meio de cartas topográficas ou fotografias aéreas, permitindo uma visão tridimensional da paisagem (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 1999).

Neste sentido, para uma melhor representação de informações a cerca das características de uma determinada bacia usam-se as bases de dados criadas a partir dos Sistemas de Informações Geográficas, onde os mesmos possuem a capacidade de gerar e processar dados, fazendo com que sejam possíveis operações de entrada e saída de dados com maior rapidez (JUSTUS, 2012).

Dentre os diversos SIG's disponíveis tem-se o QGIS, um software gratuito desenvolvido pelo Open Source Geospatial Foundation que possui como uma das principais vantagens a possibilidade da instalação de diversos plugins específicos para aplicação de vários métodos, além de possuir um grupo de desenvolvedores voluntários que lançam updates e correção de bugs frequentemente (REZENDE; MARQUES; OLIVEIRA, 2017).

A base de dados criada para o monitoramento ambiental de bacias auxilia no entendimento sobre os processos iniciais e interações que ocorrem dentro da mesma, facilitando a identificação de áreas com maior fragilidade de forma a possibilitar que medidas de prevenção e recuperação sejam adotadas (JUSTUS, 2012).

Os locais onde o lençol freático atinge a superfície são denominados de nascentes, correspondendo então aos mais frágeis componentes de uma bacia hidrográfica devido à facilidade de sua contaminação motivo pela qual a mesma deve ser preservada.

A preservação de nascentes é voltada para algumas estratégias básicas, entre elas o controle da erosão do solo por meio de áreas de preservação permanente (APP), minimização da contaminação química e biológica e ações mitigadoras de perdas de águas por evaporação (CALHEIROS, 2004).

Segundo a Lei Federal 12.651/2012,

Art. 4º Considera-se área de preservação permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei, as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros (BRASIL, 2012).

Para controlar a contaminação e soterramento de nascentes, bem como contribuir com a disponibilidade da água nos aspectos de qualidade e quantidade é importante a adoção de medidas que visem à preservação das nascentes, como o sistema de terraceamento que diminui os efeitos das enxurradas, áreas de preservação permanente, readequação de estradas em bases conservacionistas e contenção das águas pluviais no meio rural (SEMA 2010).

A resolução SEMA 041/2010 resolve,

Art. 1º A implantação de ações com a finalidade de recuperar e preservar as condições ambientais das Áreas de Preservação Permanente – APP, no entorno de nascentes no Estado do Paraná, garantindo assim a melhoria de qualidade de vida e o aumento da disponibilidade de água, incentivando os proprietários rurais a recuperarem as nascentes existentes em suas propriedades
§Único Para a recuperação de nascentes no estado do Paraná é utilizado como referência a cartilha “Nascentes Protegidas e Recuperadas” (BRASIL, 2010).

Segundo a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2010) a recuperação de nascentes envolve quatro passos principais (limpeza do local, preparo do solo-cimento, construção da estrutura de proteção e isolamento da área) que deverem ser seguidos para que sejam evitados todos os riscos de contaminação e soterramento das mesmas. Um esquema com diferentes coberturas vegetais e usos do solo nas áreas próximas as nascentes pode ser observada na Figura 1.

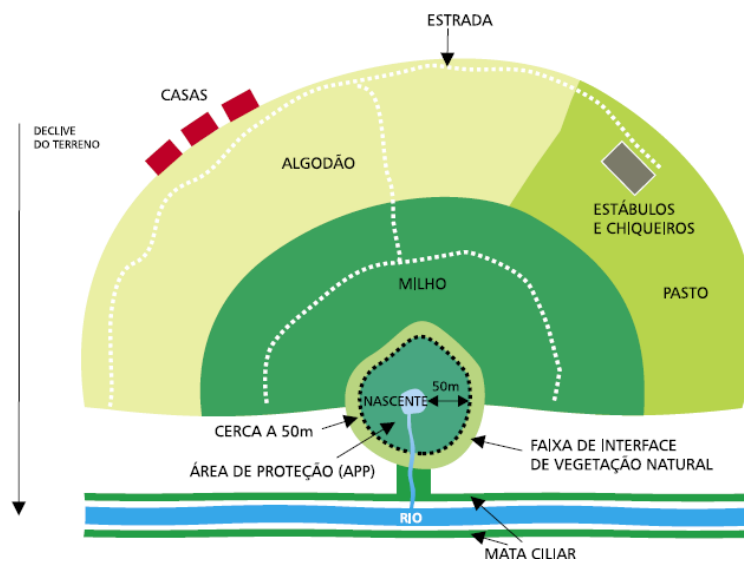


Figura 1 – Distribuição esquemática da área ao entorno de nascentes
Fonte: CALHEIROS et al., (2004).

Além da recuperação de nascentes é importante que seja respeitado as delimitações das áreas de preservação permanente, no caso em que estas áreas estiverem degradadas pode-se fazer a restauração adotando alguns critérios básicos como o plantio de espécies atrativas à fauna a fim de gerar alta diversidade e o plantio de espécies nativas da mesma bacia hidrográfica (VENÂNCIO, 2013).

3 METODOLOGIA

3.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se inserido no município de Céu Azul situado na Mesorregião Oeste Paranaense (Figura 2), nas coordenadas geográficas $24^{\circ}56'44''\text{N}$ e $25^{\circ}34'13''\text{S}$ de latitude e $53^{\circ}57'27''\text{O}$ e $53^{\circ}37'15''\text{L}$ de longitude. A população estimada do município é de 11.649 habitantes, sua área territorial é equivalente a 1179,449 km², dos quais 852 km² correspondem à mata nativa preservada, o Parque Nacional do Iguaçu (IBGE, 2010).

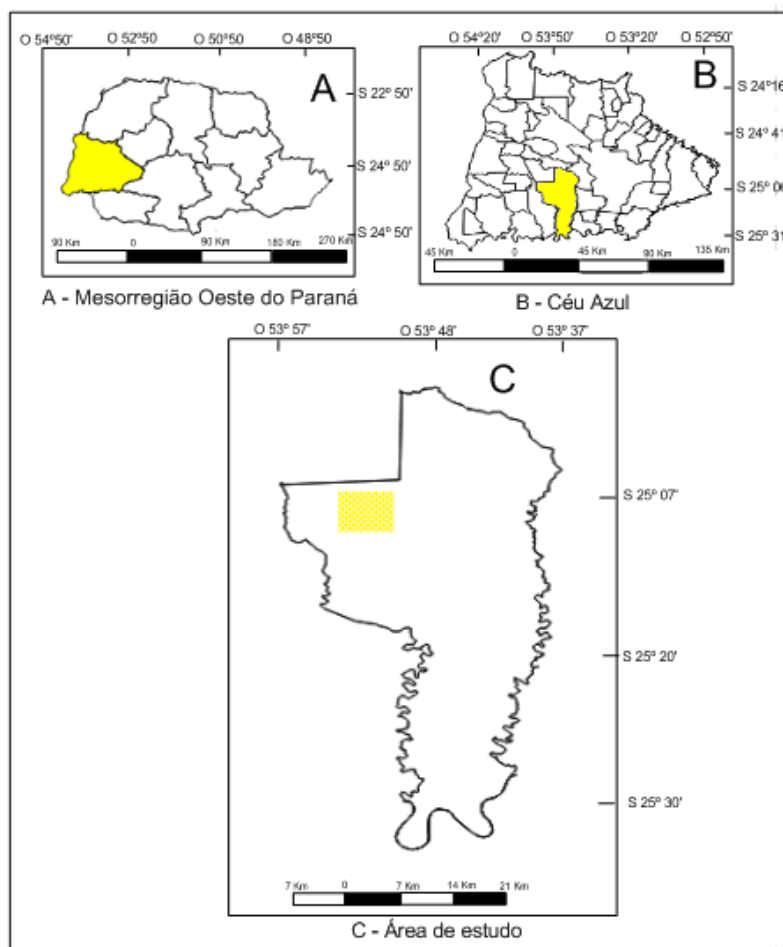


Figura 2 – Mesorregião Oeste do Paraná com destaque para a área de estudo localizado no município de Céu Azul

Fonte: Autoria própria.

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, 2016).

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 a descrição das unidades litoestratigráficas do Planalto de Cascavel a formação Serra Geral apresenta basaltos maciços e migdaloides, afaníticos, cinzentos a pretos decorrentes de derrames de vulcanismo (PARANÁ, 2005).

Segundo 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 na área de estudo é constituída principalmente por Floresta Estacional Semidecidual que embora esteja restrita a pequenas parcelas devido ao desmatamento, abriga uma rica diversidade de plantas e animais, com mais de duzentas espécies (SEMA, 2010).

O maior remanescente da Floresta Estacional Semidecidual é o Parque Nacional do Iguaçu criado em 1939, o parque possui uma área de 185262,2 ha, sendo que 72% do município de Céu Azul é composto pelo mesmo, abrangendo uma riquíssima biodiversidade, constituída por espécies representativas da fauna e flora brasileira (SEMA, 2010; ICMBio, 2016).

O município possui como divisor de águas a BR-277 o qual separa duas bacias, a do Paraná e do rio Iguaçu. Na bacia do Rio Paraná há vários cursos d'água, entre eles o Braço Sul do Rio São Francisco Falso que contém dentre outros afluentes as Sangas Ibiapó e Menegus (CÉU AZUL, 2008).

Na área de estudo esta presente a Sanga Ibiapó, que nasce no bosque municipal e é utilizada como fonte de captação de água para abastecimento do município, a Sanga Menegus que beneficia uma indústria agroindustrial (Figura

3), além do Rio Azul localizado no Parque Nacional do Iguaçu e a Bacia do Rio Treze utilizada para fins agrícolas.

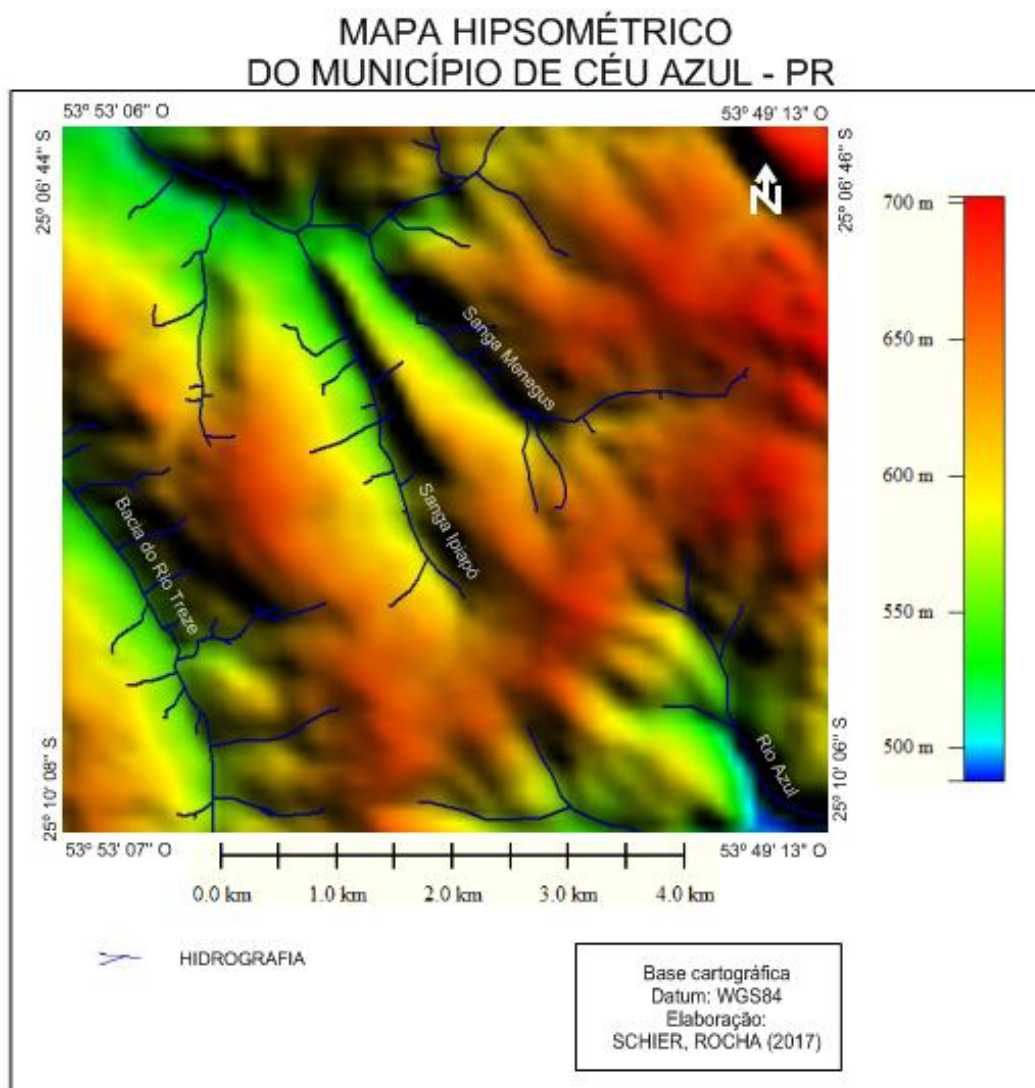


Figura 3 – Mapa hipsométrico do município de Céu Azul
Fonte: Autoria própria.

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).

3.2 ELABORAÇÃO DE CARTAS TEMÁTICAS

Para atingir os objetivos propostos, a primeira etapa do estudo consistiu na elaboração dos mapas temáticos (pedologia dos solos, declividade e uso e cobertura da terra) tendo como delimitação da área de estudo um retângulo envolvente definido sobre a área urbana e periurbana do município de Céu Azul como demonstra a Figura 4.



Figura 4 – Delimitação da área de estudo

Fonte: Google Earth Pro

Na segunda etapa foi obtido o mapa de fragilidade potencial a partir do cruzamento do mapa pedológico e de declividade. Posteriormente associou-se este as áreas urbanas e agrícolas.

A constituição da metodologia seguiu-se a seguinte ordem:

i. Mapa pedológico

O mapa pedológico foi obtido com o auxílio do software QGIS versão 2.14.7 o qual permite funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica do terreno e consulta a bancos de dados espaciais. Pelo fato do mesmo não ser georreferenciado, fez-se necessário realizar o seu georeferenciamento utilizando o mesmo software.

Na elaboração dos mapas optou-se por trabalhar com as duas primeiras classes categoricas, sendo adotada a coloração laranja escuro para Latossolo Vermelho, marrom forte para Nitossolo Vermelho e cinza para Neossolo Litólico.

Com a finalidade de aperfeiçoar o mapeamento fez-se algumas ponderações analisando a declividade da área em estudo. Em regiões de média vertente e que a declividade se apresentasse fraca ou muito fraca considerou-se o predomínio de Latossolo Vermelho, por o mesmo ser característico de relevos planos e, portanto, bastante intemperizado.

Já em locais evidenciados como declividade média, que se estendem em direção aos cursos d'água, foi considerada a existência de Nitossolo Vermelho por ser típico dessas regiões que devido ao grau de inclinação do terreno, dificulta o processo do intemperismo.

Em áreas identificadas com alta declividade e bem próximas aos cursos de água julgou-se a predominância de Neossolos Litólico por estarem presentes em relevos fortemente ondulados.

ii. Mapa da declividade

Para a elaboração do mapa de declividade utilizou-se o software QGIS versão 2.14.7.

Inicialmente fez-se o recorte da área de estudo pelo Google Earth Pro salvando-o no formato TIF e elaborou-se no bloco de notas a classificação proposta por Ross (1994) para a declividade.

No QGIS foi importada a camada Raster da área de estudo obtida anteriormente e selecionou-se a análise MDE (Modelo Digital de Elevação), bem como a expressão da declividade em porcentagem.

Posteriormente, fez-se a reclassificação da declividade tendo como base a estabelecida por Ross (1994), bem como a escolha de cores para cada nível de fragilidade.

iii. Mapa de uso e cobertura da terra

Para a realização do mapa de uso e cobertura da terra utilizou-se o software Google Earth Pro 2016, onde foram delimitados polígonos de diferentes cores representando para cada classe de uso do solo presente na área de estudo, sendo estes, laranja para o uso agrícola, verde claro para pastagem, verde escuro para vegetação florestal, rosa para área urbana em expansão e vermelho escuro para área urbana consolidada.

3.3 ELABORAÇÃO DAS CARTAS DE FRAGILIDADE

As classes de solos foram adaptadas de Ross (1994) buscando utilizar os solos predominantes na região de estudo. A metodologia considera as características de textura, estrutura, plasticidade, profundidade dos horizontes superficiais e subsuperficiais do solo que estão diretamente relacionadas com o relevo, clima e litologia. As classes de solo predominantes na região de estudo estão destacadas em **negrito** no quadro 1, assim como as classes de fragilidades associadas.

Classes de Fragilidade	Tipos de solos
Muito Fraca	Latossolo Vermelho , Latossolo Vermelho – Amarelo, textura argilosa
Fraca	Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho – Amarelo, textura média
Moderada	Nitossolo Vermelho , Chernossolo, Argisolo Vermelho, textura média
Forte	Argisolo Vermelho – Amarelo, textura média
Muito Forte	Neossolo , Cambissolo, Gleissolo

Quadro 1 – Classes de fragilidade dos solos

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

A análise da proteção do solo com relação à cobertura vegetal foi baseada na hierarquia proposta por Ross (1994), onde através da interpretação de imagens de satélite é possível identificar as áreas com os diferentes tipos de uso do solo (quadro 2).

Graus de proteção	Tipos de cobertura vegetal
Muito alta	Matas naturais
Alta	Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso, pastagens com baixo pisoteio de gado
Moderada	Cultivos de ciclo longo em curvas de nível
Baixa	Culturas de ciclo longo de baixa densidade, culturas de ciclo curto (soja, milho) com terraceamento
Muito baixa	Áreas desmatadas e queimadas, solo exposto por arrado, terraplanagem

Quadro 2 – Classes de fragilidade com relação à cobertura vegetal

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

Considerando as classes de fragilidade proposta por Ross (1994) de acordo com a declividade, adotou-se os valores dos estudos de Capacidade de Uso/Aptidão Agrícola associado com valores críticos da geotecnia (quadro 3).

Classes de Fragilidade	Declividade
Muito Fraca	Até 6%
Fraca	De 6 a 12%
Moderada	De 12 a 20%
Forte	De 20 a 30%
Muito Forte	Acima de 30%

Quadro 3 – Classes de fragilidade com relação à declividade
Fonte: Ross (1994)

3.4 IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO DAS NASCENTES

Cada uma das nascentes foi delimitada como ponto de controle, verificando se as mesmas estão ou não de acordo com a legislação no que diz respeito à área de preservação permanente.

O raio de área de preservação permanente estabelecido pela Lei 12.651/2012 corresponde a 50 metros e foi delimitado com o software Google Earth Pro, bem como a obtenção da área atual de preservação que cada uma das nascentes continham.

3.5 PROPOSTAS DE RECUPERAÇÃO E PRESERVAÇÃO

Após a identificação do grau de fragilidade que se encontra cada nascente sugeriu-se medidas de preservação e/ou recuperação propostas pela SEMA (2010) e demais orientações estabelecidas pela literatura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA

Visando compreender a distribuição espacial dos usos da terra presentes na área urbana e periurbana de Céu Azul (Figura 5), foram identificadas as atividades antrópicas e as coberturas florestais, com suas respectivas porcentagens em uma área de aproximadamente 40 km². Pode-se verificar que atualmente a agricultura compreende a principal forma de uso, seguida da vegetação florestal, pastagem e das áreas urbanas (Tabela 1).

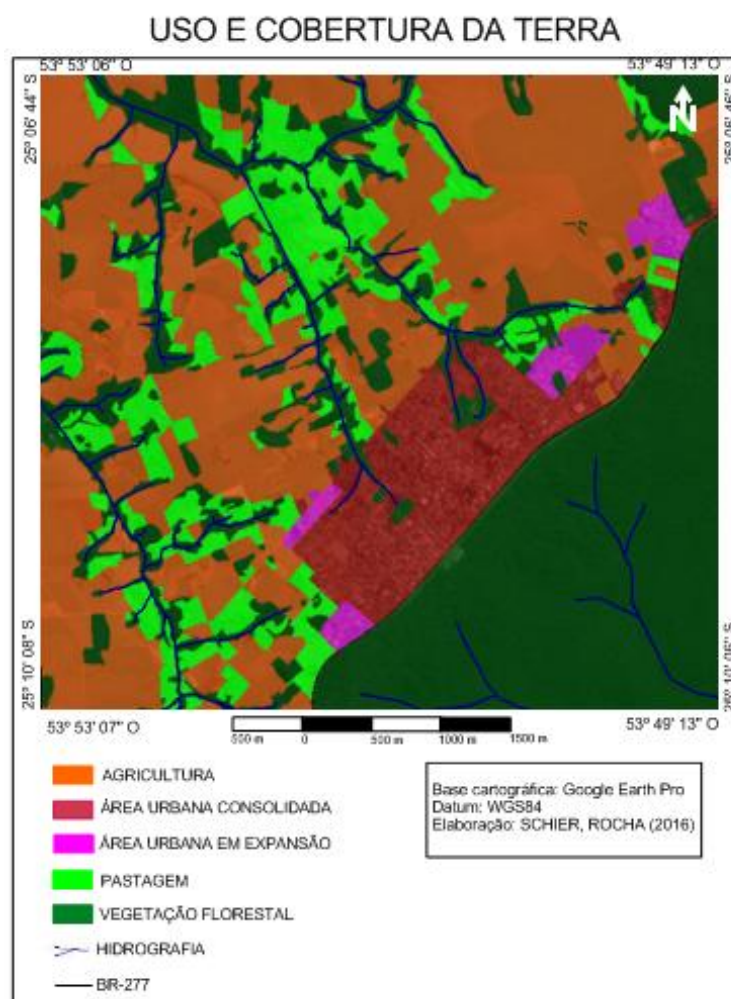


Figura 5 – Mapa de uso e cobertura da terra da área de estudo em Céu Azul
Fonte: Autoria própria.

Tabela 1 – Áreas do uso e cobertura da terra

Uso e cobertura da terra	Área (km²)	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 destinado para a exportação.

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).

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.

4.2 IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

As nascentes presentes na área de estudo foram identificadas com o software Google Earth Pro e com visitas a campo, constatando um total de 71 nascentes (Figura 6).

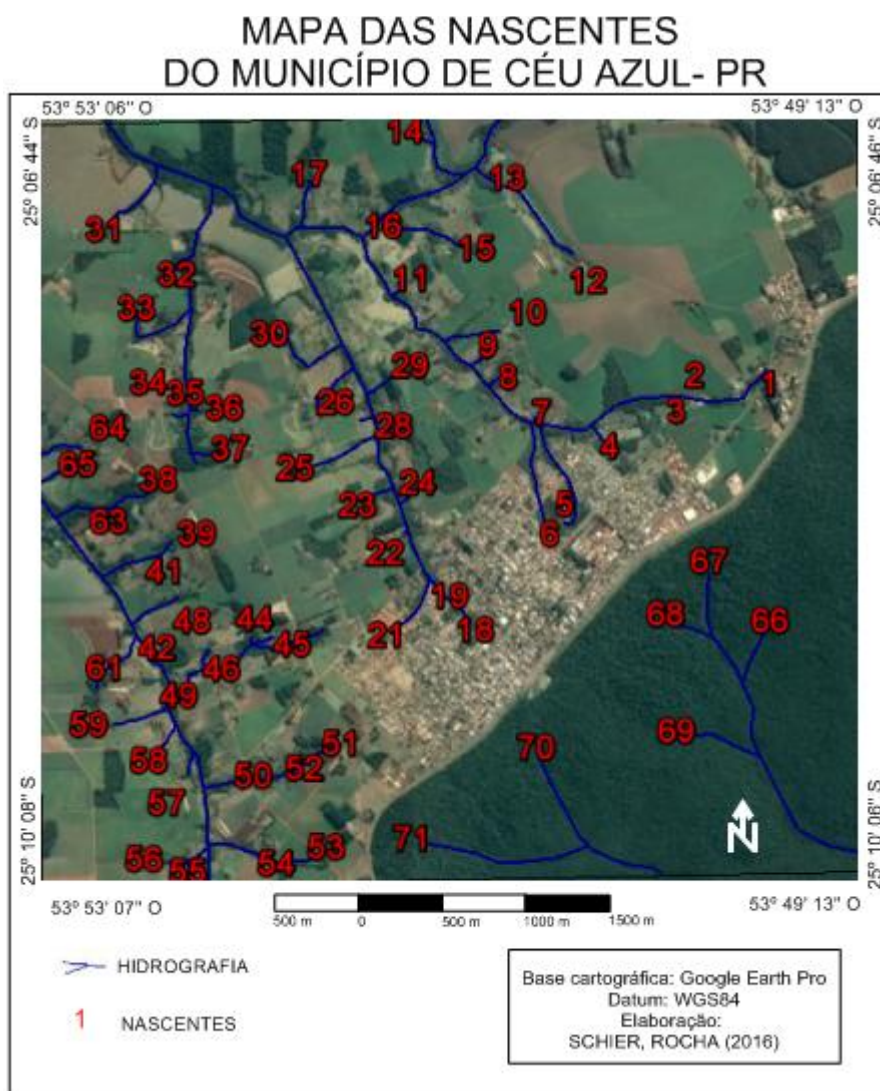


Figura 6 – Mapa de nascentes no município de Céu Azul

Fonte: Autoria própria.

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 (Figura 7) e uma encontra-se no Bosque Municipal (Figura 8) o qual possui uma área de 2 hectares contendo espécies nativas e será utilizada como fonte de captação para abastecimento do município.



Figura 7 – Parque Nacional do Iguaçu no município de Céu Azul
Fonte: Autoria própria.



**Figura 8 – Nascente protegida no Bosque Municipal do município de Céu Azul
Fonte: Autoria própria.**

As outras duas nascentes, que apresentam-se 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, pois 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 9 e 10 respectivamente. Tais invasões podem causar danos irreversíveis a este recurso.



Figura 9 – Nascente invadida por área agrícola no município de Céu Azul
Fonte: Autoria própria.



Figura 10 – Nascente invadida por pastagem no município de Céu Azul
Fonte: Autoria própria.

Todas as nascentes foram enumeradas e posteriormente estabeleceu-se um raio de 50 metros sobre cada uma, identificando também a área de preservação permanente (APP) contida neste raio e as áreas antrópicas que representam o conflito de uso presente.

Pode-se observar que dentre todas as nascentes apenas nove não possuem conflito de uso, 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).

Tabela 3 – Conflito de uso nas nascentes

Conflito de uso	Número de nascentes
Agricultura	24
Área Urbana	5
Pastagem	33

Nas 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 conseqüentemente 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 conseqüentemente 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 o solo conter uma camada de proteção formada pela serapilheira o impacto causado pelas gotas de chuva é minimizado, efeito evidenciado por Silva et al. (2005) ao analisar a perda de solo que ocorre variando a porcentagem de cobertura do mesmo.

4.3 ANÁLISE DO MAPEAMENTO DE ÁREAS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL

Para a realização do mapeamento de fragilidade ambiental fez-se o mapa pedológico da área em estudo, observando a presença dos seguintes tipos de solo: Latossolo Vermelho, Neossolo Litólico e Nitossolo Vermelho (Figura 11).

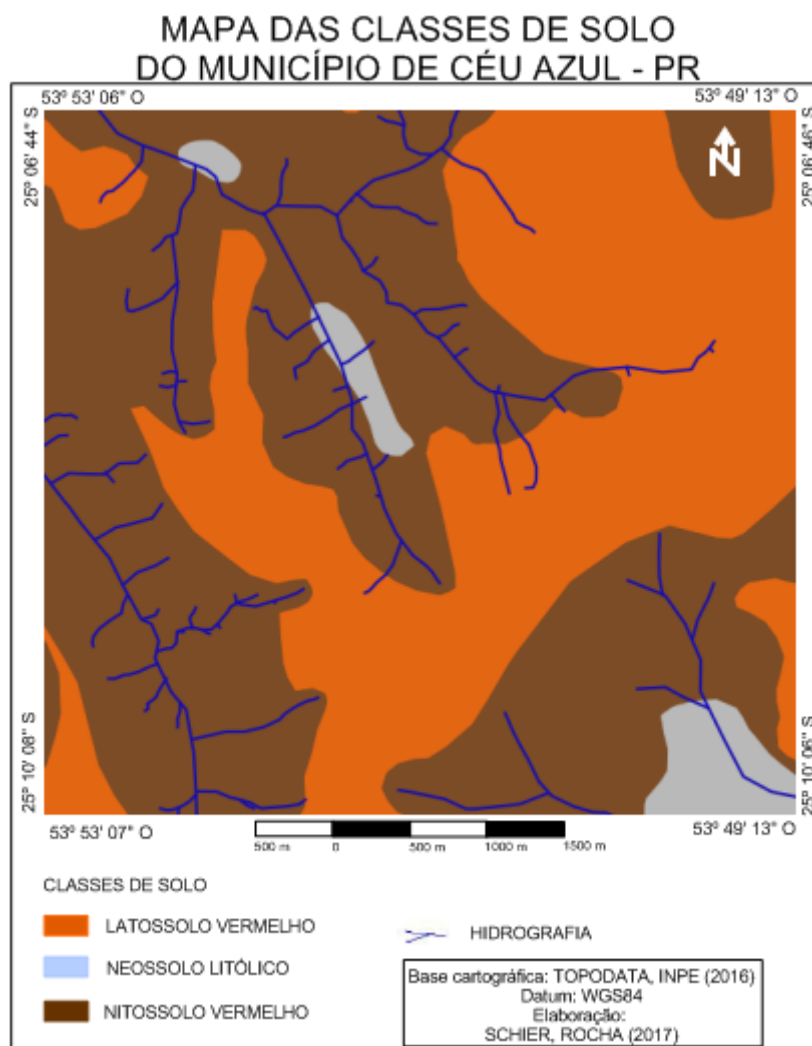


Figura 11 – Mapa pedológico do município de Céu Azul
Fonte: Autoria própria.

Os Latossolos Vermelhos são solos com alto grau de intemperismo, portanto, muito evoluído (EMBRAPA, 2013), em decorrência disso, são facilmente encontrados em regiões planas do município, sendo recomendado para a urbanização devido a sua estabilidade.

Os Nitossolos Vermelhos são solos com menor grau de intemperismo do que os Latossolos, portanto, são menos profundos e evoluídos (EMBRAPA, 2013). Estão ligados a relevos ondulados encontrados na baixa e média vertente, sendo assim, quando há ocorrência de Nitossolos em declives muito acentuados, pode ocorrer restrições para a urbanização, sendo classificados com nível de fragilidade moderada.

Já os Neossolos Litólicos apresentam alto grau de fragilidade por

serem rasos, pouco intemperizados e, portanto instáveis, não sendo recomendados para a urbanização. A área de estudo apresenta três pontos com esse tipo de solo, que possuem grande susceptibilidade a erosão, necessitando de preservação (Fotografia 1).



Fotografia 1 – Área com a presença de Neossolo Litólico no município de Céu Azul
Fonte: Autoria própria.

Além do tipo de solo, outro fator importante a ser considerado é a declividade, pois através do seu mapeamento é possível identificar a variação da inclinação do terreno e conseqüentemente, as áreas com maior probabilidade a erosão que podem causar danos ao meio natural e a sociedade.

É importante destacar que quanto maior a inclinação do terreno, maior será o potencial de desenvolvimento de processos erosivos, pois relevos muito dissecados geralmente carregam uma grande quantidade de materiais, a velocidade do escoamento superficial será maior nestes pontos do que em regiões mais planas.

O mapa da declividade da área de estudo (Figura 8) indica que as regiões com maior probabilidade de erosão são as localizadas na região sudeste e noroeste apresentando nestes pontos uma declividade superior a 20%. A área indicada na Fotografia 2 é um exemplo de local com alta declividade, que possui afloramentos rochosos que inviabilizam a urbanização.

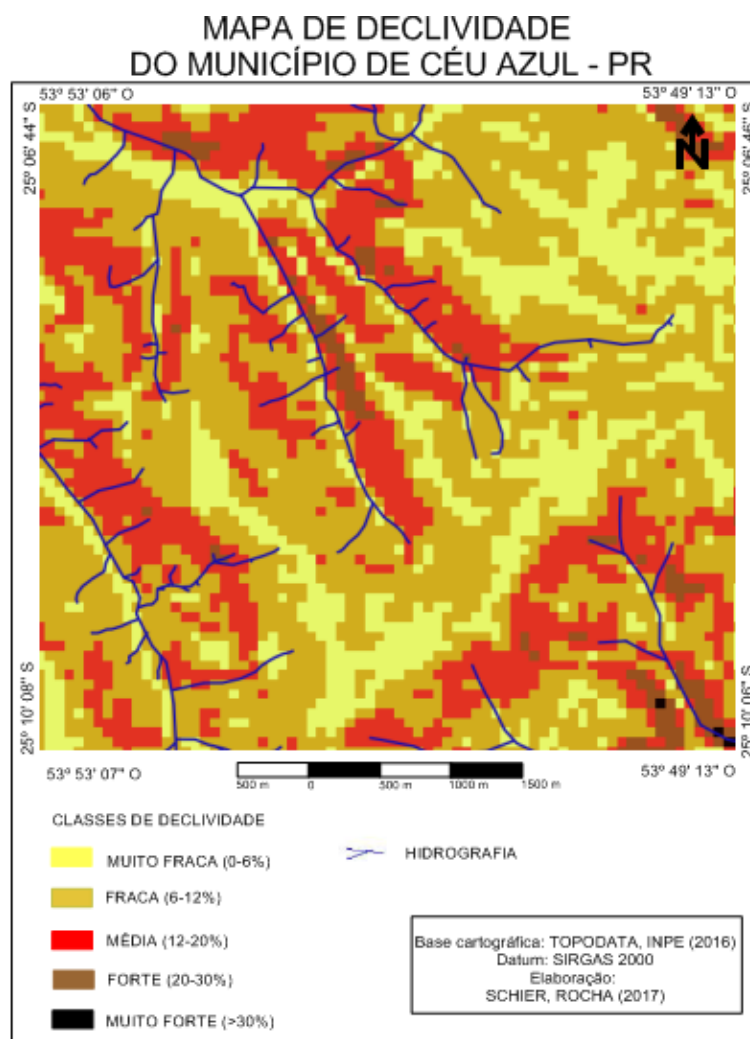
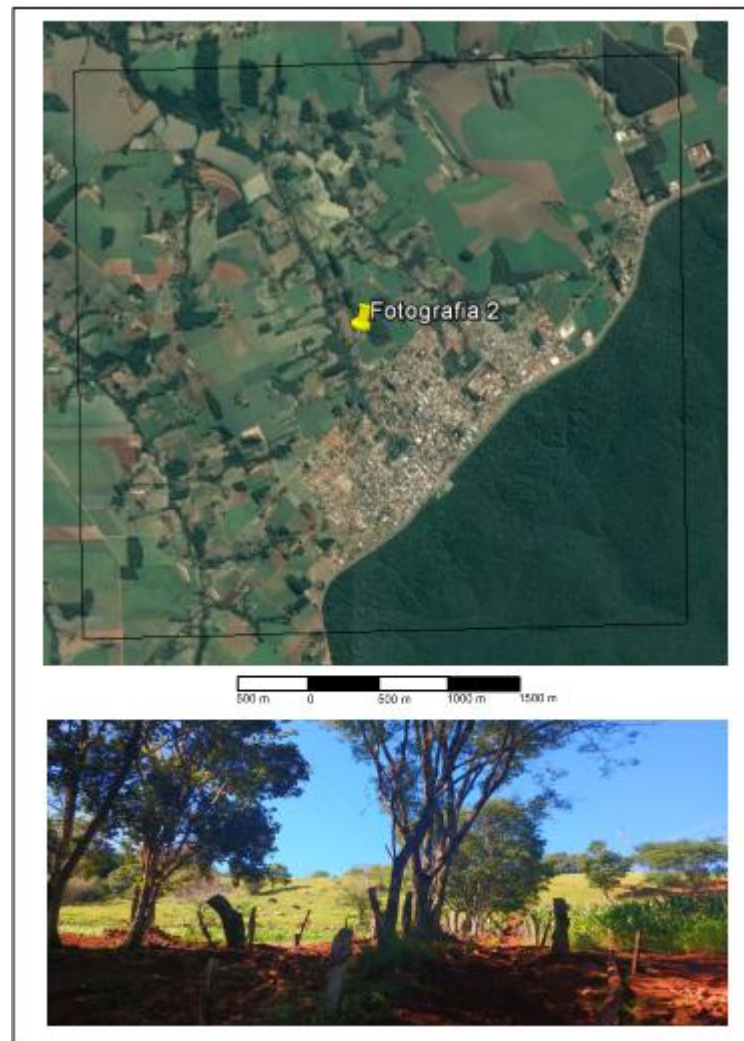


Figura 12 – Mapa de declividade do município de Céu Azul

Fonte: Autoria própria.



Fotografia 2 – Área com declividade forte no município de Céu Azul
Fonte: Autoria própria.

O Parque Nacional do Iguaçu cobre uma grande parcela da região sudeste, onde estão localizados pontos com declividade forte e muito forte, porém, devido a esta área já estar protegida com espécies arbóreas não é necessário que se tome nenhuma medida.

Cerca de 52% da área de estudo apresenta declividade fraca e 20% declividade muito fraca, demonstrando que nestas regiões é recomendável a urbanização por não apresentar risco ambiental. A Tabela 4 apresenta todas as classes de declividade com sua respectiva área e porcentagem.

Tabela 4 – Classes de declividade com área equivalente

Declividade (%)	Área (km ²)	Porcentagem
0 – 6	7,77	20,26
6 – 12	19,95	51,99
12 – 20	9,55	24,90
20 – 30	1,06	2,77
>30	0,03	0,08

A partir do cruzamento do mapa pedológico com o mapa de declividade obteve-se o mapa de fragilidade potencial (Figura 13), que indicou o grau de fragilidade das áreas urbanas e periurbanas do município.

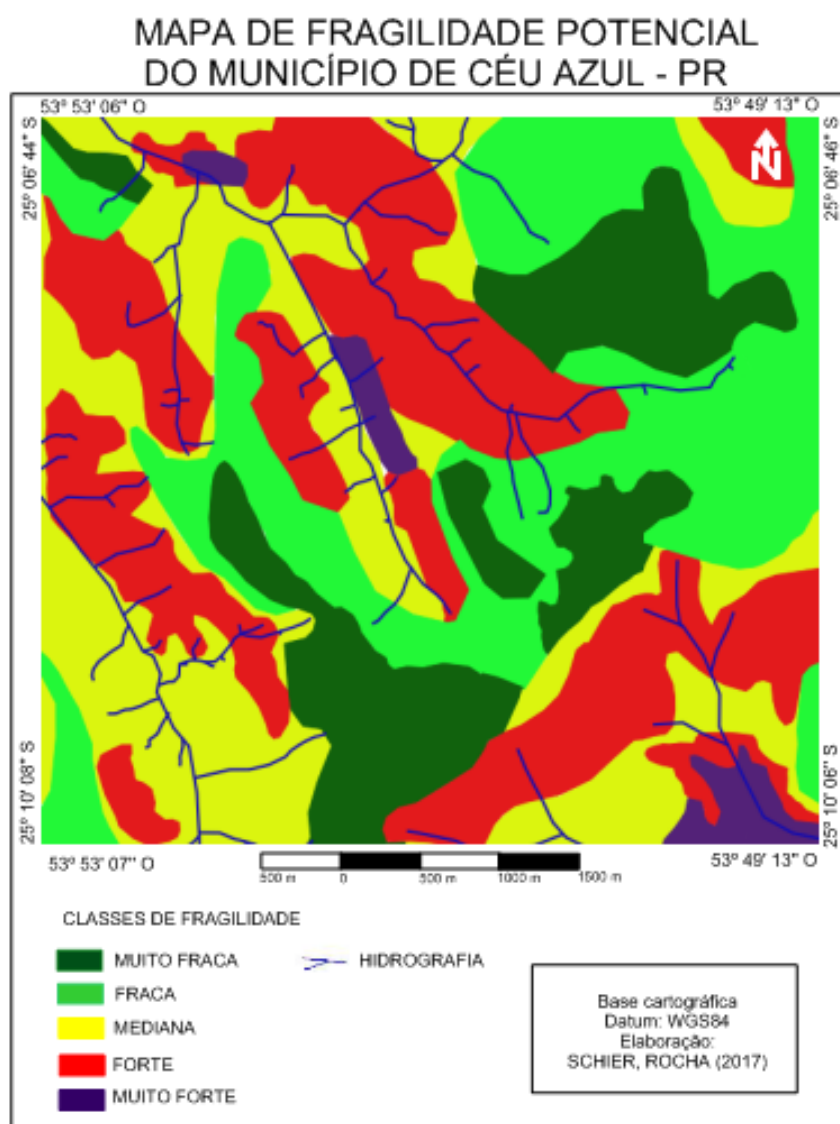


Figura 13 – Mapa de fragilidade potencial do município de Céu Azul
Fonte: Autoria própria.

As áreas consideradas de fragilidade muito fraca foram aquelas em que se constatou a presença de Latossolo Vermelho em relevos planos, com declividade de 0 a 6% e as áreas com fragilidade fraca as que possuíam o mesmo tipo de solo, porém com declividade entre 6 e 12%. Ambas as áreas são favoráveis para a ocupação urbana e estão presentes em 40,45% do local de estudo (Fotografia 3).



Fotografia 3 – Área com fragilidade muito fraca no município de Céu Azul
Fonte: Autoria própria.

Os locais com predomínio de Nitossolo Vermelho e declividade entre 6 a 12% foram classificados como fragilidade média, entretanto, quando a declividade se apresentou na faixa entre 12 a 20% a fragilidade passou a ser

alta, devido à associação de um solo menos intemperizado do que o Latossolo Vermelho e com nível de erodibilidade media devido à declividade (Fotografia 4).



Fotografia 4 – Área com fragilidade média no município de Céu Azul
Fonte: Autoria própria.

As regiões onde se verificou a presença de Neossolo Litólico e declividade superior a 20% foram consideradas como fragilidade muito alta, por serem solos rasos vinculados a altas declividades, apresentando susceptibilidade a processos erosivos. Portanto, devido aos riscos e fragilidades evidenciados nestes locais não se recomenda a ocupação urbana.

A representação da porcentagem equivalente de cada classe de

fragilidade (Tabela 5) demonstra o domínio de áreas muito fracas e fracas fragilidade, somando 40% do total, contudo, cerca de 32% da área possui fragilidade forte e muito forte, sendo um valor bastante expressivo.

Tabela 5 – Classes de fragilidade com área equivalente

Classes de fragilidade	Área (km²)	Porcentagem (%)
Muito fraca	6,764	15,01
Fraca	11,465	25,44
Mediana	12,282	27,25
Forte	13,154	29,19
Muito forte	1,400	3,11

Identificando a área urbana consolidada e em expansão no mapa de fragilidade potencial (Figura 14) é possível verificar que o crescimento urbano está ocorrendo de maneira adequada, ou seja, em locais considerados como fragilidade muito fraca, fraca ou média.

Grande parte da área urbana consolidada encontra-se em locais com fragilidade fraca ou muito fraca, sendo portando de baixa e muito baixa restrição à urbanização. Porém, uma pequena parcela situa-se em áreas de fragilidade média e forte, próxima a corpos hídricos da Sanga Ibiapó e Sanga Menegus.

MAPA DE FRAGILIDADE POTENCIAL X ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE CÉU AZUL - PR

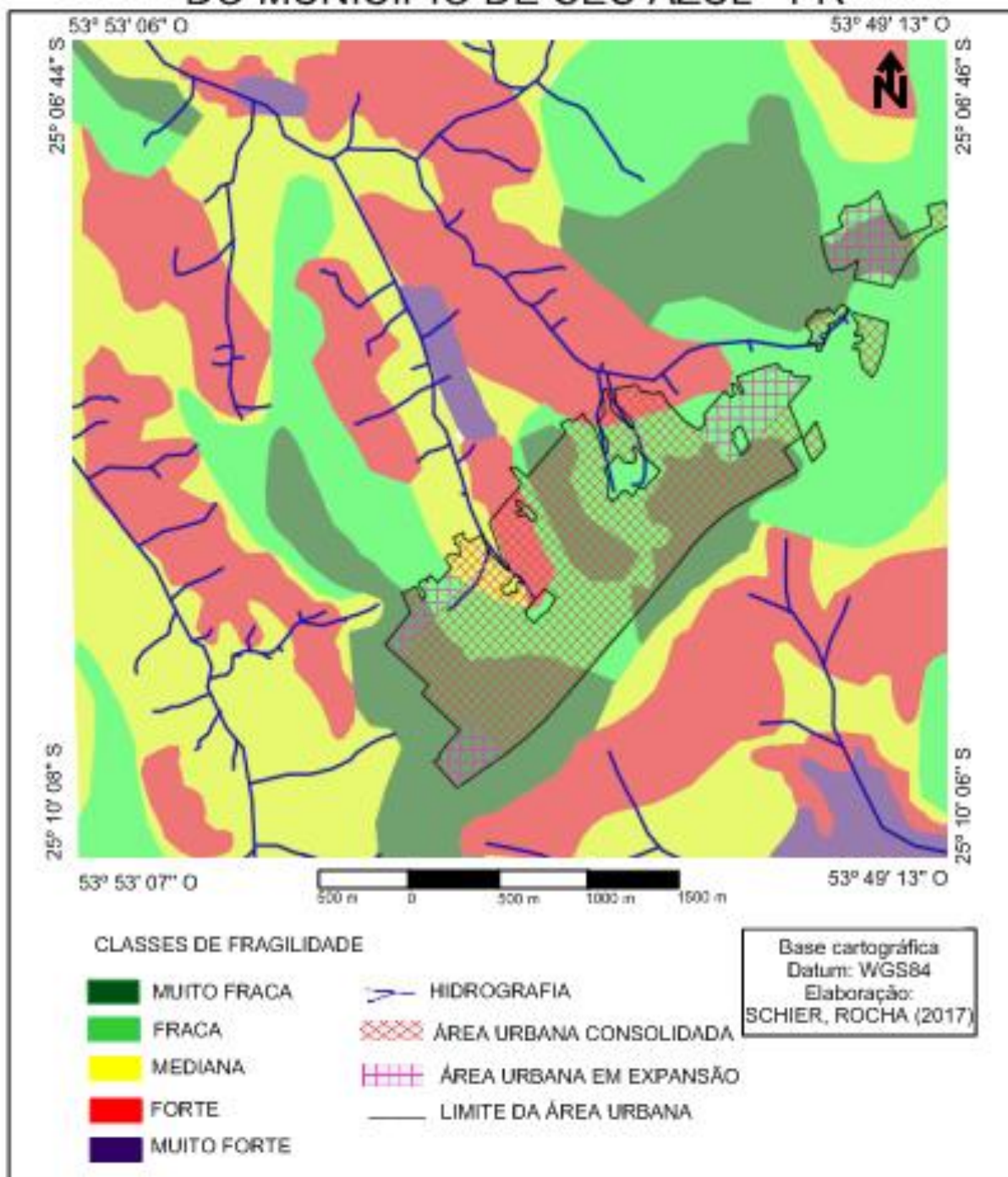


Figura 14 – Mapa de fragilidade potencial com a área urbana do município de Céu Azul – PR

Fonte: Autoria própria.

As áreas de baixa e muito baixa fragilidade não apresentam restrição ao crescimento urbano e são as mais recomendadas para que se ocorra a

expansão dos novos loteamentos, pois estão localizadas em relevos planos e solos profundos, portanto, não apresentam suscetibilidade a processos erosivos ou alagamentos.

Entretanto, nas áreas de forte e média fragilidade presentes em relevos com maior grau de declividade e próximos aos cursos d'água não é recomendado que se tenha ocupação devido ao risco de erosão e inundações. Estes locais devem ser destinados como reserva legal ou áreas de preservação permanente.

Nas duas sangas em que se observa a urbanização consolidada apenas uma nascente esta protegida dentro do Bosque Municipal, o restante está em desacordo com a legislação não respeitando o raio de 50 metros como área de preservação permanente, estando sujeitas a contaminação antrópica devido à proximidade com residências.

Com relação à área urbana em expansão a mesma está localizada em locais de fraca e muito fraca fragilidade ambiental, recomendados para a ocupação por não apresentarem riscos de ocorrer processos erosivos e inundações.

Identificando as regiões agrícolas no mapa de fragilidade potencial pode-se analisar em quais classes de fragilidade as áreas com agricultura e pastagens estão localizadas (Figura 15).

MAPA DE FRAGILIDADE POTENCIAL X ÁREA AGRÍCOLA DO MUNICÍPIO DE CÉU AZUL - PR

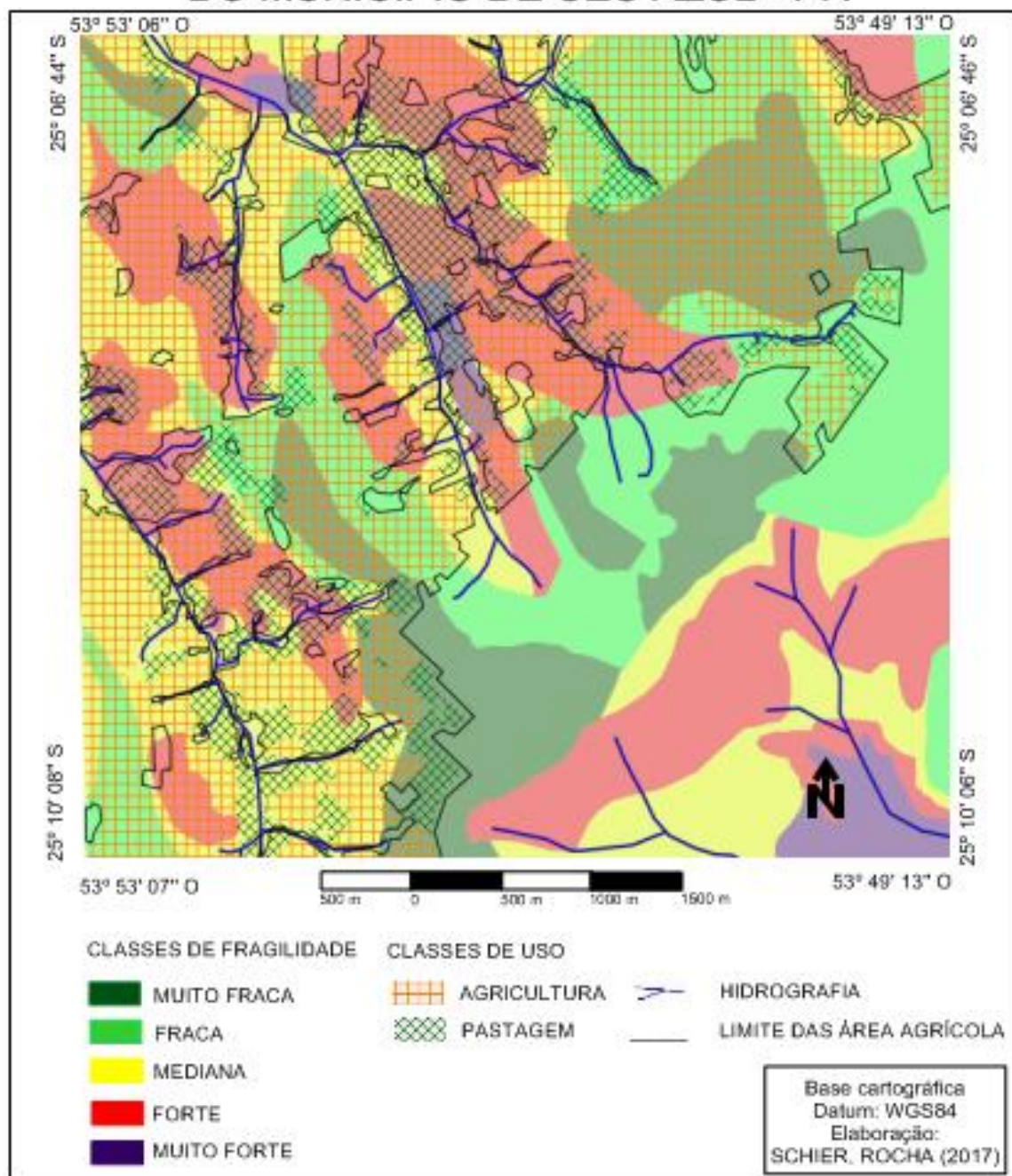


Figura 15 – Mapa de fragilidade potencial com a área agrícola do município de Céu Azul – PR

Fonte: Autoria própria.

A agricultura está presente em todas as classes de fragilidade, desde a muito fraca até a muito forte, podendo estar causando grande impacto ao solo e aos corpos hídricos caso não se tenha adoção de nenhuma prática

conservacionista que evite ou minimize a degradação do meio.

O mesmo ocorre nas áreas de pastagens identificadas em locais de fragilidade muito fraca, fraca, média, forte e muito forte. Além disso, as pastagens encontram-se muito próximas aos cursos d'água, invadindo o limite que seria para área de preservação permanente.

É recomendado que nos locais considerados de fragilidade muito forte se tenha a utilização somente como reserva legal ou área de preservação permanente, pois mesmo que técnicas conservacionistas sejam adotadas a possibilidade de ocorrer processos erosivos ainda é alta.

Para ambos os usos identificados como fragilidade mediana e forte é importante que sejam adotadas medidas de conservação para minimizar a vulnerabilidade a processos erosivos, bem como o carreamento de partículas de solo para os corpos hídricos. As nascentes presentes nestas áreas também devem ser preservadas e recuperadas.

4.4 MEDIDAS DE PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO

4.4.1 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 gramíneas e espécies arbustivas para evitar o carreamento de partículas de solo até os corpos hídricos (Figura 10).



Figura 16 – Distribuição esquemáticas das áreas adjacentes a nascente
Fonte: CALHEIROS et al., (2004).

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 orientação de um corpo técnico especializado é fundamental para esse fim.

- II. 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.
- III. 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.

- IV. 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., 2010).

4.4.2 Medidas de recuperação de nascentes

Para os locais em que se pretende realizar a captação da água da nascente para posterior utilização é recomendada 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).

4.4.3 Recomendações para áreas agrícolas com média e alta fragilidade ambiental

Nas áreas agrícolas identificadas de média fragilidade é indicado que se tome algumas medidas de conservação do solo, como a rotação de culturas e o plantio direto, a fim de evitar ou minimizar os processos erosivos.

A rotação de culturas trata-se da alternância de espécies vegetais em uma mesma área, melhorando as características químicas, físicas e biológicas do solo. Nesta técnica, busca-se optar por espécies que produzam uma grande quantidade de biomassa que vão auxiliar no aumento da porosidade biológica do solo, obtendo-se o melhor resultado possível.

O aumento da porosidade biológica favorece para uma maior infiltração da água no solo, diminuindo o escoamento superficial e conseqüentemente a erosão hídrica, dessa maneira, evita-se a formação de sulcos ou voçorocas, e ainda contribui para um menor carreamento de partículas de solo até os corpos hídricos (BARROS; CALADO, 2011).

Outra prática que pode ser feita nas áreas de alta fragilidade ambiental é o plantio direto, o qual consiste em manter o solo sempre coberto por resíduos vegetais de maneira a estar realizando sua proteção. Dessa maneira,

se reduz o impacto da gota de chuva com o solo e conseqüentemente evita-se ou minimiza-se a erosão hídrica e eólica.

De acordo com a Embrapa (1998) essa técnica além de permitir o aumento da produtividade contribui para a melhoria constante do ambiente, tornando-se uma ferramenta fundamental para atingir a sustentabilidade dos sistemas agropecuários.

Para complementar a proteção do solo oferecida pelo plantio direto pode-se utilizar o terraceamento, sendo este uma técnica agrícola realizada para controlar a erosão provada pelas chuvas de forma a fragmentar uma área inclinada em várias frações.

Segundo Maria; Filho (2009) para as condições de solo e clima do Brasil os terraços apresentam um papel fundamental nos projetos de técnicas conservacionistas, tanto em cultivos anuais quanto nos perenes, pois mesmo nos sistemas de plantio direto ainda é necessário algum método de controle para o escoamento superficial.

Entretanto, para o dimensionamento dos terraços devem-se verificar as recomendações técnicas fundamentadas em equações e dados do solo e do manejo da área. Sua manutenção também deve ser contínua e necessária, além de serem efetuadas auditorias para a identificação de possíveis problemas (MARIA; FILHO, 2009).

4.4.4 Recomendações para áreas de pastagens com média e alta fragilidade ambiental

Nas áreas de pastagens que apresentem médio nível de fragilidade é importante que se realize um manejo adequado, tomando conhecimento sobre a quantidade de animais, tempo de ocupação e descanso ideal para o solo (GOLLA, 2006).

Segundo Filho (2012) a quantidade de animais e o período de descanso nas pastagens permitem uma alta produtividade dos animais e uma boa recuperação do solo, porém, sofrem variação de acordo com as características de cada local e devem ser ajustados periodicamente.

Outra técnica que pode ser utilizada são os sistemas silvipastoris (SSP), se destacando por obterem maior produção e serem mais sustentáveis

do que os sistemas tradicionais. Nesta técnica se tem a combinação de áreas de pastagens com vegetações contendo espécies arbóreas e/ou arbustos.

As árvores por oferecerem inúmeros benefícios para a pastagem, como a minimização da erosão, proteção das nascentes e sombra para o gado, além da geração de produtos como a madeira, forragem e frutos, fazem com que os impactos causados nestas áreas sejam reduzidos (OLIVEIRA et al., 2003).

Os sistemas silvopastoris por reduzir a erosão eólica estimulam a conservação e estabilização do solo, principalmente em áreas de encostas. Realizam também a descompactação, melhoria da atividade microbiana do solo e ciclagem de nutrientes (MONTROYA et al., 2000).

Dias-Filho et al. (2006) ressalta que a utilização de SSP é uma opção realizável que acarreta em vantagens de cunho econômico e agrônômico, aumentando a diversidade biológica por meio da ligação entre fragmentos florestais, além de favorecer a conservação de nutrientes e de corpos hídricos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foram analisados o grau de proteção das nascentes, as classes de fragilidade ambiental potencial e sua associação com áreas urbanas e agropecuárias. Verificou-se que apenas 12,67% das nascentes apresentam o raio de preservação permanente de acordo com o estabelecido na legislação, o restante apresenta conflito de uso principalmente com a pastagem.

Por meio da elaboração do mapa pedológico notou-se que a área de estudo apresenta três classes de solos, sendo estes o Latossolo Vermelho, Nitossolo Vermelho e Neossolo Litólico. Já no que se refere ao mapa de declividade, constatou-se a predominância da declividade entre 6 e 12%.

Com relação às classes de fragilidade obtidas pelo cruzamento do mapa de declividade com o mapa pedológico observou-se um predomínio da fragilidade forte representando 29,19% do total da área de estudo.

Associando o mapa de fragilidade potencial com a área urbana observou-se que a urbanização está presente principalmente nas classes de fragilidade muito fraca e fraca e em menor parcela nas classes média e forte, necessitando nesse último caso de medidas corretivas, como por exemplo, a realocação de residências próximas aos cursos de água.

Levando em consideração a área agrícola no mapa de fragilidade potencial verificou-se que estes locais estão presentes em todas as classes de fragilidade, desde a muito fraca até a muito forte, necessitando de medidas conservacionistas e em alguns casos da destinação da área como reserva legal ou área de preservação permanente devido ao risco de erosão, inundações e contaminação dos corpos hídricos devido ao carreamento de partículas.

A identificação das áreas urbanas consolidadas e em expansão no mapa de fragilidade potencial permite a visualização das áreas mais propícias para a ocupação e também os locais com restrição à expansão urbana, evitando danos naturais e ao homem.

Já com a verificação dos usos agrícolas no mapeamento de fragilidade potencial se torna fácil a compreensão dos locais que necessitam de práticas

conservacionistas para um melhor aproveitamento e conservação do solo, trazendo benefícios ao meio natural e ao homem.

Portanto, os mapeamentos obtidos são de grande importância para o zoneamento municipal, uma vez que identificam as áreas mais propícias para a ocupação urbana e destinação agrícola. Além disso, com esses levantamentos busca-se propor medidas para a conservação dos recursos naturais nos ambientes urbanos e rurais, minimizando os impactos gerados no ambiente.

Com a elaboração do mapeamento das nascentes foi possível identificar quais delas necessitam de preservação e/ou recuperação, contribuindo para a qualidade da água no município. Desta maneira, por meio do cumprimento dos objetivos propostos conclui-se que o estudo desenvolvido irá colaborar com o desenvolvimento do plano diretor do município, subsidiando o planejamento urbano e ambiental.

REFERÊNCIAS

BARCELLOS, Paulo Fernando P.; BARCELLOS, Luiz Fernando P. Planejamento urbano sob perspectiva sistêmica: considerações sobre a função social da propriedade e a preocupação ambiental. **Revista FAE**, v. 7, n.1, p.129-144, 2004. Disponível em: <http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista_da_fae/fae_v7_n1/rev_fae_v7_n1_10_paulo.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2016.

BARROS, José F. C.; CALADO, José G. **Rotação de culturas**. Universidade de Évora, Évora, 2011. Disponível em: <<file:///C:/Users/admin/Downloads/rota%C3%A7%C3%B5es.pdf>>. Acesso em: 09 mai. 2017.

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. et al. **Preservação e Recuperação das Nascentes**. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ – CTRN, 2004.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**, 2008. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>>. Acesso em: 17 ago. 2016.

COSTA, Rildo A.; NISHIYAMA, Luiz. Zoneamento Ambiental das áreas urbanas e de expansão urbana de Caldas Novas (GO): Uma contribuição metodológica. **RA'EGA**, Curitiba, v. 5, p. 343-371, 2012. Disponível em: <<file:///C:/Users/admin/Downloads/28016-102716-1-PB.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

COSTA, Thomaz. Et al. 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. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/01.27.16.17/doc/T48.pdf>>. Acesso em: 08 mai. 2017.

CUNHA, Sandra B.; GUERRA Antônio José T. **Geomorfologia do Brasil**. Rio

de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 392p.

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

DIAS-FILHO, Moacyr B. et al. Sistemas silvopastoris na recuperação de pastagens tropicais degradadas. In: Simpósio da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, João Pessoa – PB. **Anais...** João Pessoa: SBZ: UFPB,, p. 535-553, 2006. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/anaclaudiaruggieri/9.-sistemas_silvipastoris_recuperacao_pastagens_degradadas.pdf>. Acesso em: 21 mai. 2017.

DONADIO, Nicole M.; GALBIATTI, João A.; DE PAULA, Rinaldo C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n.1, p. 115-125, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v25n1/24877.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

DONHA, Annelisa G.; SOUZA, Luis C. de P.; SUGAMOSTO, Maria L. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.1, p. 175-181, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v10n1/v10n1a26>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Procedimentos normativos de levantamento pedológicos**. Brasília, DF: 1995. 101p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/330133/1/PROCEDIMENTOSNORMATIVOSMANUAL.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Plantio Direto. O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília : Embrapa-SPI ; Dourados: Embrapa-CPAO, 1998. 248p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/101795/1/500perguntassistemaplantiodireto.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, DF: 2013. 353 p.

FILHO, Moacyr B. **Formação e manejo de pastagens**. Belém, PA: Embrapa, Amazônia Oriental, 2012. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/937485/formacao-e-manejo-de-pastagens>> . Acesso em: 14 mai. 2017.

FRANCO, Gustavo B. et al. Relação qualidade da água e fragilidade ambiental na Bacia do Rio Almada, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 42, p. 114-127, 2012. Disponível em:<<http://ppegeo.igc.usp.br/pdf/rbg/v42s1/10.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

GIMENES, Filipe B. Q.; AUGUSTO, Filho O. Mapas de fragilidade ambiental utilizando o processo de análise hierárquica (AHP) e sistema de informação geográfica (SIG). In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Foz do Iguaçu – PR. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2013, p. 6564-6571. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0326.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

GOLLA, Amarílis R. Práticas conservacionistas na agropecuária. **Revista Pesquisa & Tecnologia**, vol. 3, n.1, 2006. Disponível em: < <http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2006/2006-janeiro-junho/235-praticas-conservacionistas-na-agropecuaria/file.html>>. Acesso em: 14 mai. 2017.

GOMES, Natalino M. et al. 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. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbeaa/v11n4/v11n04a13.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2017.

GUERRA, Antônio José T.; MARÇAL, Mônica S. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 190p.

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 Agrônomo do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Londrina, 1998. Disponível em:<<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>>. Acesso em: 18 ago. 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Infográficos: dados gerais do município**. 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=411580&search=parana|medianeira>>. Acesso em: 17 ago. 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário**. 2006. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=410530&idtema=3&search=parana|ceu-azul|censo-agropecuario-2006>>. Acesso em: 13 mar. 2017.

ICMBio – Instituto Chico Mendes. Parque Nacional do Iguaçu. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/parnaiguacu/guia-do-visitante.html>>. Acesso em 18 ago. 2016.

ITCG – Instituto de Terras, Cartografias e Geociências. Solos – Estado do Paraná. 2008. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos_DGEO/Mapas_ITCG/PDF/Mapa_Solos.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2016.

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. Disponível em: <<file:///C:/Users/admin/Downloads/19348-82941-1-PB.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2016.

KAWAKUBO, Fernando S. et al. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 2203–2210. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.16.10/doc/2203.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

MARIA, Isabella C.; FILHO, Afonso P. Terraceamento complementa proteção da superfície. *Revista Visão Agrícola*, nº9, p. 140-143, 2009. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA9-Ambiente03.pdf>>. Acesso em: 21 mai. 2017.

MASSA, Eric M.; ROSS, Jurandyr Luciano S. Aplicação de um modelo de fragilidade ambiental relevo-solo na Serra da Cantareira, bacia do Córrego do Bispo, São Paulo-SP. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 24, p. 57-79, 2012. Disponível em: <

<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/viewFile/52754/56609>>. Acesso em: 31 ago. 2016.

MONTAÑO, Marcelo et al. O zoneamento ambiental e sua importância para a localização de atividades. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção**, n. 6, p.49-64, 2007. Disponível em: <http://www.revista-ped.unifei.edu.br/documentos/V05N01/n06_art04.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2016.

MONTOYA, Luciano. J. et al. Aspectos de arborização de pastagens e viabilidade técnica-econômica da alternativa silvipastoril. Colombo: **Embrapa Florestas**. Documentos 49, 2000. 15p. Disponível em: <<http://saf.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/arborizacao/index.html>>. Acesso em: 21 mai. 2017.

NASCIMENTO, Melchior et al. 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. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1838/1227>>. Acesso em: 16 set. 2016.

NISHIDA, Waleska. **Uma Rede Neural Artificial para Classificação de Imagens Multiespectrais de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/77542/138042.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 16 set. 2016.

OLIVEIRA, Tádario K. et al. Sugestões para a implementação de sistemas silvipastoris. Rio Branco, AC: **EMBRAPA Acre**. Documentos 84. 2003. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/500817/1/doc84.pdf>>. Acesso em: 21 mai. 2017.

PARANÁ, GOVERNO ESTADUAL. **Serra Geral**, 2016. Disponível em: <<http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=125>>. Acesso em: 29 ago. 2016.

PARANÁ, GOVERNO ESTADUAL. **Descrição das unidades litoestratigráficas – Folha de Cascavel**, 1:250000, 2005. Disponível em: <http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/2_Geral/Geologia/PDF_Mapas_Geo_250000/Cascavel.PDF>. Acesso em: 29 ago. 2016.

PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE CÉU AZUL, 2008.

REZENDE, Patrícia S.; MARQUES, Daniela V.; OLIVEIRA, Luiz A. Construção de modelo e utilização do método de processo analítico hierárquico – AHP para mapeamento de risco á inundação em área urbana. **Caminhos de geografia**, v. 18, n. 61, p. 1-18, 2017. Disponível em: <<file:///C:/Users/admin/Downloads/31408-157362-1-PB.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2017.

RIBEIRO, Selma Regina A.; SANTOS, Daniel R.; CENTENO, Jorge S. Aplicação da Metodologia de Dados Orientado a Objeto na Classificação de uma Área Urbanizada, Utilizando uma Imagem Digital Obtida por Meio da Tecnologia do Laser Scanner. In: UNESP – Simpósio Brasileiro de Geomática, 2003, Presidente Prudente. **Anais...** Presidente Prudente: UNESP, 2002. p. 144-149. Disponível em: <https://docs.ufpr.br/~centeno/publications/download/2002/selma_A_089.pdf>. Acesso em: 16 set. 2016.

ROBAINA, Luis Eduardo S. et al. Método e técnicas geográficas utilizadas na análise e zoneamento ambiental. **Book Geografia**, v. 5, n.2, p.36-49, 2009. Disponível em: <<http://www.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geografias/article/view/486/358>>. Acesso em: 20 set. 2016.

ROCHA, Vanessa T. et al. Aspectos ambientais devem ser contemplados no planejamento e na gestão urbana. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 4, n.1, p.37-46, 2015. Disponível em: <<https://seer.imed.edu.br/index.php/arqimed/article/view/774/703>>. Acesso em: 18 ago. 2016.

ROSS, Jurandyr Luciano S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, n.8, p. 63-74. 1994. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327/51063>>. Acesso m: 12 ago. 2016.

SANTOS, Leonardo José et al. Mapeamento Geomorfológico do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Paraná, ano 7, n. 2, p. 03-12, 2006. Disponível em: <http://www.ugb.org.br/artigos/SEPARATAS_RBG_Ano_7_n_2_2006/RBG_An_o_7_n_2_2006_03_12.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2016.

SANTOS, Mariana R. R.; RANIERI, Victor Eduardo L. Critérios para análise do zoneamento ambiental como instrumento de planejamento e ordenamento territorial. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 16, n.4, p.43-62, 2013. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v16n4/04.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

SEMA. **Floresta Estacional Semidecidual: Séries Ecossistemas Paranaenses**, v.5. Curitiba. 2010. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cobf/V5_Floresta_Estacional_Semidecidual.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2016.

SEMA. **Nascentes protegidas e recuperadas**. Curitiba. 2010. 24 p. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Cartilha_nascentesprotegidas.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2016.

SILVA, Demétrius D. et al. 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. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v25n2/26503.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

SILVA, João S. V.; SANTOS, Rozely F. Zoneamento para planejamento ambiental: vantagens e restrições de métodos e técnicas. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 21, n. 2, p. 221-263, 2004. Disponível em: < <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/113810/1/v21n2p221.pdf> >. Acesso em: 16 ago. 2016.

SOUZA, Zigomar; ALVEZ, Marlene C. Movimento de água e r o de água e resistência esistência à penetr à penetração em um L ação em um Latossolo Vermelho ermelho 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. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v7n1/v7n1a04.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2017.

SPÖRL, Christiane; ROSS, Jurandyr Luciano S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **GEOUSP – Espaço e tempo**, n.15, p.39-49, 2004. Disponível em: <<http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/Geousp/Geousp15/Artigo3.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2016.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE/SUPREN, 91 p., 1977. Disponível em: <

<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/ecodinamica.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

VANZELA, Luiz S.; HERNANDEZ, Fernando B. T.; FRANCO, Renato A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n.1, p. 55-64, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n1/v14n01a08.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

VENÂNCIO, Sebastião M. **Recuperação de áreas degradadas: como recuperar áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e áreas de mineração**. 3 ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2013, 264p.

WEISS, Carlos Vinicius C. et al. Mapeamento do uso e ocupação do solo utilizando imagens de satélite do sensor TM/Landsat5 no litoral sul do Rio Grande do Sul, Brasil. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 9209-9215. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0552.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2016.