

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

LETÍCIA BRAGA DA SILVA

**ESTUDO GEOAMBIENTAL DAS NASCENTES DO RIO DO CAMPO,
CAMPO MOURÃO-PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO

CAMPO MOURÃO

2014

LETICIA BRAGA DA SILVA

**ESTUDO GEOAMBIENTAL DAS NASCENTES DO RIO DO CAMPO,
CAMPO MOURÃO-PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental, da Coordenação de Engenharia Ambiental, do Câmpus Campo Mourão, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Profª Drª Maristela Denise Moresco Mezzomo

CAMPO MOURÃO

2014



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Ambiental - DAAMB
Curso de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

ESTUDO GEOAMBIENTAL DAS NASCENTES DO RIO DO CAMPO, CAMPO MOURÃO-PR

por

LETÍCIA BRAGA DA SILVA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 07 de agosto de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Dr^a. Maristela Denise Moresco Mezzomo

Prof. Dr^a. Maria Cleide Baldo

Prof. Msc. Cristian Coelho Silva

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

AGRADECIMENTOS

A todos que me auxiliaram não só na execução deste trabalho quanto aos que torceram por mim e estavam sempre me acompanhando nessa jornada, portanto, agradeço a minha família de sangue e as de coração, e aos novos e velhos amigos.

Em especial aos amigos Vanderson Henrique Neves Freire, Henrique da Silva Martinez, Renan Freitas e Hemily Ramos, que auxiliaram em coletas de solo, uso do GPS e nas longas análises de solo em laboratório.

Agradeço também aos participantes do projeto de extensão Edgar Lopes Balestri, Vinicius de Oliveira Lima, Santiago Pereira Neto e Nathalia Stier que acompanharam e auxiliaram as entrevistas e coleta de campo.

Agradeço aos professores Dr. José Hilário Del Conte Ferreira e Msc. Edivando Couto pelo auxílio na confecção de mapas. Agradeço também ao professor Dr. José Eudes Arantes e sua equipe Alexandre Rafael Kelniar e Lina Kesi Gusmão quanto ao aprendizado das análises granulométricas, além da Prof. Dr^a. Maria Cleide Baldo pela orientação dos dados pluviométricos.

Agradeço em particular a minha orientadora Dr^a. Maristela Denise Moresco Mezzomo pela oportunidade no projeto de extensão responsável por este estudo e ao aprendizado na área de Planejamento da Paisagem.

RESUMO

BRAGA-SILVA, Letícia. Estudo geoambiental das nascentes do rio do Campo, Campo Mourão-Pr. 2014. – f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel e Engenharia Ambiental) Graduação de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

A falta de planejamento no uso e ocupação urbana e rural afeta, principalmente, nascentes, pois acarretam na supressão de vegetação de áreas de preservação permanentes (APP). A conservação de APPs auxilia na contenção de material particulado presente no escoamento superficial e auxilia na redução ou estabilização de encostas de rios. O uso agrícola sem práticas conservacionistas intensifica o escoamento superficial acarretando em processos erosivos inclusive criando o risco de contaminação dos recursos hídricos. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi elaborar um diagnóstico geoambiental em relação à ocupação antrópica nas nascentes do Rio do Campo, Piquirivaí, Campo Mourão - PR. Por meio do levantamento físico da área e trabalho de campo, foram definidos geofatores considerando processos geodinâmicos (erosão laminar e linear) e aspectos legais de ordem ambiental, sendo classificados em Geofator A, B e C. Por fim, elaborou-se uma proposta de restrições ambientais para a ocupação urbana e rural das nascentes. A presença do geofator A como processos erosivos (sulcos e ravinas) foi verificada *in loco*; geofator B por meio da declividade com a construção de um perfil de elevação do Google Earth®, textura do solo através de análises granulométrica; geofator C verificado por meio de medições do tamanho da APP e presença de olho d'água intermitente. Posteriormente, foram analisadas quais áreas possuiriam restrição I – sem ocorrência dos geofatores A, B e C; restrição II – para áreas que necessitam de técnicas de conservação do solo; restrição III – para áreas que não podem ser ocupadas devido a presença de APPs. Como resultado final foi confeccionado, no software QGIS 2.0.1, uma figura de restrições ambientais de uso e ocupação do solo com a imagem de base do Google Earth® apresentando tais restrições. Os resultados evidenciaram que as três nascentes possuem como geofator A erosão em forma de sulcos ravinas nas nascentes 2 e 3. Sobre o geofator B, a nascente 2 apresentou textura arenosa somando 71,3%. O geofator C não foi verificado na nascente 2, porém esta possui em suas proximidades um olho d'água intermitente desprotegido. A nascente 1 apresentou 42m e a nascente 3, 45m de APP. Diante disso, a imagem de restrições de uso e ocupação das nascentes abrangeu grande parte da área urbana e proximidades de cada nascente como restrição I. Para restrição II foram consideradas todas as áreas que apresentaram processos erosivos, sendo sugerida a recuperação das mesmas, com aplicação de técnicas conservacionistas, além da construção de galerias pluviais. Foi demarcada como restrição III os 50m de diâmetro nas nascentes, nas laterais das áreas de várzeas e no olho d'água intermitente.

Palavras-chave: Geofatores. Restrição de uso e ocupação. Processos erosivos. Olho d'água intermitente. Práticas conservacionistas.

ABSTRACT

BRAGA-SILVA, Leticia. Geoenvironmental study of sources in the river Campo, Campo Mourão-Pr. 2014. – f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel e Engenharia Ambiental) Graduação de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

The lack of planning in urban occupation and rural usage affects mainly headwaters, because it results in vegetation suppression on permanent preservation areas (PPA). The PPA conservation helps on containing particulate matter present in surface runoff and it assists on reducing or stabilizing the slopes of rivers. The agricultural use without conservation practices intensifies surface runoff resulting in erosive processes including creating the risk of contamination of water resources. Therefore, the aim of this study was to elaborate a geoenvironmental diagnostic in relation to the human occupation in the headwaters of the Campo River, Piquirivaí, Campo Mourao - PR. By means of physical survey of the area and field work, geofactors were defined considering geodynamic processes (laminar and linear erosion) and legal aspects of environmental order, Geoenvironmental factor being classified into A, B and C. Finally, it was elaborated a proposal for environmental restrictions to urban and rural occupation of sources. The presence of geoenvironmental factor A as in erosive processes (ridges and ravines) was verified in situ; geoenvironmental factor B by means of declivity with the construction of an elevation profile of Google Earth® , texture of the soil through granulometric analysis; C geoenvironmental factor verified by measurements of the size of the PPA and the presence of d'intermittent waterhole. After that, it were analyzed which areas wouldhave restriction I - no occurrence of geoenvironmental factos A, B and C; restriction II - for areas requiring soil conservation techniques; restriction III - for areas that can not be occupied due the presence of PPAs. As a final result, a figure was made on the software QGIS 2.0.1, with environmental restrictions to soil usage and occupation, with the base image from Google Earth® showing such restrictions. The results evidenced that all three sources have as geoenvironmetal factors A the erosion in shape of gullies, and ravines in sources 2 and 3. On the geoenvironmetal factors B, the source number 2 showed a sandy texture adding up to 71,3%. The geoenvironmental factor C was not verified in source 2, but it has in its proximities an unprotected intermittent waterhole. The source 1 presented 42m and the source 3, 45m of PPA. On that basis, the image of restrictions. Therefore, the image of restrictions on the sources usage and occupation covered a large part of urban area and the proximities of each source as restriction I. To restriction II, it was considered all the areas that showed erosive processes, being suggested the recovery of those areas, with correct application of conservation techniques, and the construction of storm sewers. As restriction III, it was demarcated the complete 50m of diameter on the sources, on the sides of flood plains and in the intermittent waterhole.

Keywords: Geoenvironmetal factors. Restriction of usage ane occupation. Erosive processes. Intermittent waterhole. Conservationist practices

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização das nascentes do rio do Campo. Nascente 1 a leste, 2 ao centro e 3 a oeste. Piquirivaí, Campo Mourão – PR.	16
Figura 2 - Geologia da área das nascentes do rio do Campo, Piquirivaí, Campo Mourão - PR.	23
Figura 3 - Classes de solos da área das nascentes do rio do Campo, Piquirivaí, Campo Mourão - PR.	23
Figura 4 - Declividade da área das nascentes do rio do Campo, Piquirivaí, Campo Mourão - PR.	24
Figura 5 - Terraceamento ineficiente na nascente 1. Piquirivaí, Campo Mourão - PR.....	26
Figura 6 -Nascente 1 com presença de erosão linear em forma de sulcos. Piquirivaí, Campo Mourão - PR.	27
Figura 7 -Cemitério a 300 m da nascente 2, Piquirivaí, Campo Mourão - PR. Foto A: imagem interna do cemitério; Foto B: túmulo abandonado; Foto C: erosão laminar e carregamento de solo.	28
Figura 8 - Reservatório dentro na nascente 2. Piquirivaí, Campo Mourão - PR.....	29
Figura 9 - Pontos de erosão linear em forma de sulcos. Foto A e B: erosão linear com acúmulo de areia; Foto D: sulco aparente; Foto C: sulcos. Nascente 2, Piquirivaí, Campo Mourão – PR.	30
Figura 10 - Ravina presente na estrada vicinal de acesso a nascente 2, Piquirivaí, Campo Mourão – PR.....	30
Figura 11 - Perfil de elevação no transecto de coleta do solo para análise granulométrica, nascente 2. Destaque para o maior valor de declividade no perfil. Piquirivaí, Campo Mourão - PR.....	31
Figura 12 - Olho d'água intermitente dentro da ravina, visualizado em campo em 23/08/2013. Ravina nascente 2, Piquirivaí, Campo Mourão – PR.	32
Figura 13 - Plantio agrícola com presença de sulcos e ausência de terraceamento (Foto A) e de uso de plantio direto (Foto B), nascente 3. Piquirivaí, Campo Mourão - PR.	33
Figura 14 - Geofator A com presença de erosão laminar (Foto A), linear em forma de sulcos (Fotos B e D) e ravina (Foto C), nascente 3. Piquirivaí, Campo Mourão - PR.....	34
Figura 15 - Acúmulo de material particulado, nascente 3, Piquirivaí, Campo Mourão - PR. O...	35
Figura 16 - Restrições de uso e ocupação do solo nas nascentes 1, 2 e 3 do rio do Campo, Piquirivaí, Campo Mourão – PR.....	37
Figura 17 – Pontos de coleta de solo para análise granulométrica, nascente 2. Piquirivaí, Campo Mourão – PR.	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Média mensal de índices pluviométricos de 1980 a 2013, Posto Pluviométrico de Mamborê - PR.	25
Gráfico 2 - Seção 1 de coleta de solo na nascente 2, Piquirivaí, Campo Mourão – PR. Profundidade: 10 cm ... , 30 cm — , 60 cm · -	43
Gráfico 3 - Seção 2 de coleta de solo na nascente 2, Piquirivaí, Campo Mourão – PR. Profundidade: 10 cm · - · , 30 cm — , 70 cm --, 185 cm, 215 cm — —	44
Gráfico 4 - Seção 3 de coleta de solo na nascente 2, Piquirivaí, Campo Mourão – PR. Profundidade: 10 cm — , 30 cm - - , 60 cm	44
Gráfico 5 - Seção 4 de coleta de solo na nascente 2, Piquirivaí, Campo Mourão – PR. Profundidade: 10 cm · - - , 30 cm · · · , 60 cm —	45
Gráfico 6 - Seção 5 de coleta de solo, profundidade: 10 cm — , 30 cm · · · , 60 cm · - -	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 ESTUDO DA PAISAGEM.....	11
2.2 PLANEJAMENTO DA PAISAGEM.....	12
2.3 OCUPAÇÃO DE NASCENTES	13
2.4 GEOFACTORES	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	16
3.2 METODOLOGIA.....	17
3.2.1 Caracterização da área de estudo	17
3.2.2 Trabalho de Campo.....	17
3.2.3 Coleta de Solos e Análise Granulométrica	18
3.2.4 Determinação de Geofatores e Restrições Ambientais de Uso e Ocupação: ..	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PAISAGEM.....	22
4.2 DETERMINAÇÃO DE GEOFACTORES.....	25
4.2.1 Nascente 1	26
4.2.2 Nascente 2	28
4.2.3 Nascente 3	33
4.3 DEFINIÇÃO DE RESTRIÇÕES AMBIENTAIS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	36
5 CONCLUSÕES	38
REFERÊNCIAS	39
APÊNDICE A – ANÁLISE GRANULOMÉTRICA	43

1 INTRODUÇÃO

A falta de planejamento em relação ao uso dos elementos naturais pelas atividades urbanas ou rurais pode apresentar problemas diversos, principalmente, em relação aos recursos hídricos e a vegetação.

De forma mais pontual, encontra-se o uso e ocupação urbana em áreas de nascentes, que acarretam no desmatamento de beiras de rio. A conservação da vegetação ciliar contida nas áreas de preservação permanentes (APPs) ajuda no controle do carregamento de solo presente no escoamento superficial e auxilia na redução ou estabilização de erosões nas encostas dos leitos dos rios. A não conservação destas áreas com vegetação tem como consequência, o aumento do escoamento superficial concentrado, devido ao fato do solo ficar mais exposto, podendo levar ao maior número de focos de erosão, como a formação de ravinas e voçorocas, além de gerar ou aumentar o assoreamento de rios.

Esta preocupação também está relacionada com as atividades agrícolas. O Paraná tem como principal atividade econômica a agricultura, que traz como consequência, quando não desenvolvida nos moldes das práticas conservacionistas, à contaminação dos corpos hídricos por agrotóxicos e a maior incidência de erosão. Dessa forma, ações planejadas de uso do solo nas áreas rurais são importantes para minimizar o risco de contaminação das águas e do solo, uma vez que, é de importância reconhecida a necessidade de fazer o uso sustentável dos recursos naturais, tais como solo, vegetação e água. Em se tratando de recursos hídricos, o uso sustentável é importante pelo fato de muitos rios serem explorados para o abastecimento de água da população rural e urbana e em alguns casos, dependendo do potencial hídrico, são utilizados na geração de energia elétrica.

Considerando assim, a importância do planejamento para a diminuição de riscos e problemas ambientais em áreas de nascentes, o objetivo deste trabalho foi elaborar um diagnóstico geoambiental em relação à ocupação antrópica nas nascentes do Rio do Campo, distrito de Piquirivaí, Campo Mourão - PR. Fazendo o levantamento do meio físico da área (geologia, geomorfologia, solos, vegetação, relevo, hidrografia e uso do solo), definiu-se geofatores considerando processos geodinâmicos (erosão laminar e linear) e aspectos legais de ordem ambiental. Por

fim, elaborou-se uma proposta de restrições ambientais para a ocupação urbana e rural nas nascentes.

O estudo permitiu verificar os problemas em relação a ocupação antrópica nas APPs, a presença de processos erosivos expressivos como ravinas e a necessidade de ações de manejo e conservação do solo tanto na área rural como urbana.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ESTUDO DA PAISAGEM

O uso da paisagem enquanto categoria de análise da área ambiental permite o desenvolvimento de estudos diversos envolvendo, principalmente, os elementos do meio físico com as atividades antrópicas.

Os estudos da paisagem iniciaram-se no Renascimento, entre os séculos XII e XIV, estando restritos a pinturas terrestres e oceânicas retratadas em quadros da época (SALGUEIRO, 2001). Desde então, houve uma ‘evolução’ do conceito que originalmente era cartesiano e mecanicista, para, na atualidade, ser abordado de forma sistêmica (BOLÓS¹, 1992, apud MEZZOMO, 2010 p. 1).

No século XIX o termo paisagem passou a agregar a ótica ambiental apresentando a ideia de integralização dos meios físico, biótico e abiótico, e mais tarde as ações antrópicas (MEZZOMO, 2010).

Posteriormente, os estudos da paisagem foram considerados como um sistema. Segundo a Teoria Geral dos Sistemas os elementos e processos envolvidos em qualquer situação não devem ser analisados separadamente e sim os inter-relacionando, pois quando analisados isoladamente evidencia resultados diferentes (BERTALANFFY², 1977, apud MEZZOMO, 2010, p. 5).

Nesta perspectiva, Bertrand (2004) afirma que os estudos da paisagem devem ser feitos de forma globalizada e não por elementos analisados individualmente. Para o autor, a paisagem é um conjunto das interações instáveis dos elementos físicos, bióticos e antrópicos que reagem uns sobre os outros em perpétua evolução.

Portanto, entende-se que o estudo da paisagem é a correlação complexa de elementos que até possuem certa independência, porém em um determinado ponto também há dependência entre si, ou seja, ela é considerada como a inter-relação dos elementos: rocha, relevo, solo, clima, hidrografia, vegetação e a ação antrópica

¹ BOLÓS, M. de (org.) **Manual de Ciencia del Paisaje: teoría, métodos y aplicaciones**. Barcelona: Masson, S. A, 1992. 273p.

² BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1977.

de forma direta ou indireta nesses elementos. Quando as relações existentes entre esses elementos ocorrem de forma visível e principalmente no que tange o invisível (a dinâmica do processo) estabelece-se a leitura ou análise da paisagem de forma mais completa (MEZZOMO, 2010).

2.2 PLANEJAMENTO DA PAISAGEM

Em um planejamento sobre o uso antrópico dos elementos naturais, uma das metodologias que vem sendo empregada nos últimos anos nos estudos da paisagem diz respeito ao planejamento da paisagem. Esta metodologia utiliza como ponto inicial a paisagem natural, porém também considera a complexidade que ocorre na interação dos sistemas naturais e antropológicos (DIAKONOV³ et al., 2007, apud RODRIGUES; SILVA, 2013, p. 314). A princípio o planejamento da paisagem era de cunho paisagístico, porém com o surgimento da Revolução Industrial houve a preocupação com o crescimento urbano desenfreado e a utilização e/ou destruição da natureza (KIEMSTEDT⁴ et al., 1998, apud NUCCI, 2010).

Com o advento das conferências internacionais sobre o meio ambiente e a crescente necessidade de preservação da natureza na década de 1970, a política ambiental alemã criou em 1976 as Leis Federais e Estaduais de Proteção da Natureza, que determinam o Planejamento Ambiental com o objetivo de proteção e manejo da natureza e da paisagem e instrumentalizam a proteção e o desenvolvimento da natureza com o objetivo de salvaguardar os ecossistemas fundamentais à humanidade (KIEMDSTEDT; GUSTEDT⁵, 1990; KIEMSTEDT, 1998, apud NUCCI, 2010, p. 20). Diakonov et al. (2007, apud RODRIGUES; SILVA, 2013, p. 316) confirmam com mesma semelhança o objetivo do planejamento da paisagem

³ DIAKONOV, K. N.; KASIMOV, N. S.; KOROSHE, A. V. (ed.) **Landscape analysis for sustainable development: theory and applications of Landscape Science in Russia**. Moscow: Alex Publishers, 2007. 299p.

⁴ KIEMSTEDT, H.; von HAAREN, C.; MÖNNECKE, M.; OTT, S. **Landscape Planning: contents and procedures**. Hanover: The Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Universidade de Hanover, 1998, 39p.

⁵ KIEMSTEDT, H.; GUSTEDT, E. Landschaftsplanung als Instrument umfassender Umweltvorsorge (**Conferência Internacional**), 1990.

“assegurar o uso racional e sustentável da natureza, conservando as principais funções e características da paisagem natural e seus componentes como um sistema da biosfera, da geosfera e da humanidade como um todo”.

Para Antipov⁶ (2006, apud RODRIGUES; SILVA, 2013, p. 315) a definição de planejamento da paisagem está inserida na criação de uma organização espacial das atividades humanas através de metodologias e procedimentos específicos, visando à gestão, o manejo, a manutenção e a preservação da natureza selvagem e das funções básicas da paisagem, de forma sustentável.

O Planejamento da Paisagem, em uma percepção geoecológica, tem como função principal a organização territorial e ambiental, que contribua com a ocupação da paisagem de determinadas áreas sem que ocorra um desequilíbrio da interação entre a racionalidade e estabilidade da natureza. Um planejamento ambiental baseado nessa concepção deve identificar, classificar e delimitar áreas especiais; estabelecer relações entre as paisagens naturais e os outros tipos de paisagens; determinar as potencialidades dos diferentes recursos naturais; diagnosticar o ambiente e os problemas presentes nele; e oferecer propostas sobre a ocupação do meio (RODRIGUES; SILVA, 2013).

2.3 OCUPAÇÃO DE NASCENTES

O uso da água é essencial para o desenvolvimento econômico e/ou para a sobrevivência humana e animal, visto que para o ser humano é necessário um consumo diário de dois litros d'água. A demanda por água é ainda maior quando se trata do consumo humano em áreas urbanas, podendo chegar até 200 litros por pessoa diariamente, além de ser utilizada como matéria prima na indústria e, no caso do Brasil, na matriz energética (SALATI; LEMOS; SALATI, 2006). Por tanto, há a necessidade de se manter o equilíbrio hídrico das bacias hidrográficas. Para isso, as nascentes ou olhos d'água são imprescindíveis para o balanço hídrico, por ocorrer a exfiltração d'água da subsuperfície para a superfície em áreas localizadas

⁶ ANTIPOV, A. N. (Edición y complilación). **Landscape Planning**. Tools and experience in implementation. Bonn. Irkutsk: Russian Academy of Science and Federal Agency of Nature Conservation, 2006, 149p.

a montante de uma bacia hidrográfica, com características geomorfológicas e estruturas geológicas específicas do local (FELIPPE et al., 2009). Já para Gomes, Melo e Vale (2005), as nascentes são constituídas pela rocha, solo, relevo, vegetação à montante do rio formando em uma área o sistema de nascentes, que deve ser preservada.

Apesar da existência de leis brasileiras para a proteção de nascentes em APPs desde 1965 com o primeiro Código Florestal (Lei nº 4.771) e atualmente com o Novo Código Florestal, Lei nº 12.651 de 2012, não foram suficientes para que nascentes de grandes centros urbanos, principalmente, não fossem drenadas ou até mesmo soterradas. Isso se deve a expansão urbana na primeira metade do século XX aliada a especulação imobiliária, infraestrutura urbana e a falta de fiscalização dessas leis (FELIPPE; MAGALHÃES JR., 2009).

Estudos feitos na ocupação de nascentes da cidade de Belo Horizonte identificaram como impactos ambientais, a descaracterização das áreas do entorno devido à substituição da cobertura vegetal, canalização dos rios, construções e a impermeabilização do solo; a redução da vazão com a impermeabilização do solo, retirada da água subterrânea e a canalização dos rios; a redução da qualidade d'água gerada pelos resíduos destinados de esgotos e lixões; e o desaparecimento de nascentes ocasionados principalmente pela impermeabilização do solo, retirada da água subterrânea, substituição da cobertura vegetal e construções civis (FELIPPE; MAGALHÃES JR., 2009). Sendo assim, um devido planejamento da expansão urbana em áreas de nascentes, auxilia na minimização ou até mesmo o não surgimento desses impactos aos recursos hídricos. Recursos esses, indispensáveis ao desenvolvimento e a sobrevivência humana, como já mencionado.

2.4 GEOFACTORES

Devido as intervenções antrópicas no desenvolvimento a Engenharia Geológica obrigou-se encontrar soluções para o uso mais sustentável do meio ambiente. Para tanto, considerando-se a vulnerabilidade do ambiente e suas condições geológicas, Matula e Letko (1980) em um estudo na Bratislândia (Tchecolováquia) apresentaram três grupos de geofatores que limitam o

desenvolvimento urbano: geofator A é aquele que põe em perigo o desenvolvimento urbano; geofator B são elementos que limitam a sustentabilidade de construções antrópicas; geofator C são os elementos ambientais que devem ser protegidos dos impactos da urbanização. Tais geofatores ainda possuem uma classificação de intensidade conforme três critérios:

- I - Não afeta o desenvolvimento urbano ou sua influência é desprezível.
- II - A urbanização é concebível somente com medidas corretivas necessárias.
- III - Praticamente impossível o seu uso, ou somente através do uso de técnicas longas e custosas para manter a durabilidade dos recursos naturais.

Os geofatores foram estudados e adaptados à dinâmica geológica do Brasil por Rodrigues (2008) que os conceituou como variáveis utilizadas para a determinação de restrições do meio físico em relação à ocupação humana (urbana e rural). Sendo assim, os geofatores foram determinados como: geofator A, a geodinâmica externa do solo que afeta a ocupação urbana e rural, tais como: presença de sulcos, ravinas, voçorocas, erosão laminar e áreas inundáveis; geofator B são as características do solo e da rocha que podem limitar o uso e ocupação do solo, como declividade, afloramentos rochosos, profundidade do nível d'água; geofator C são áreas que não estão destinadas à ocupação, pois são APPs e áreas de nascentes.

A escala de classificação para o mesmo autor foi elaborada de acordo com a incompatibilização urbana, seguindo os graus: 1º grau: influência desprezível; 2º grau: implica em medidas corretivas; 3º grau: inviável

3 MATERIAL E METÓDOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo envolve três nascentes do rio do Campo, localizadas no distrito de Piquirivaí, na região sudoeste do município de Campo Mourão, Paraná. As nascentes estão situadas nos pontos de coordenadas $24^{\circ}09'16.33''\text{S}$ e $52^{\circ}28'48.03''\text{O}$ (nascente 1), $24^{\circ}09'32.21''\text{S}$ e $52^{\circ}29'14.18''\text{O}$ (nascente 2) e $24^{\circ}09'32.33''\text{S}$ e $52^{\circ}29'37.55''\text{O}$ (nascente 3) (Figura 1). Na área das nascentes está localizado o sítio urbano do distrito, além propriedades rurais com uso do solo, predominante, por agricultura.

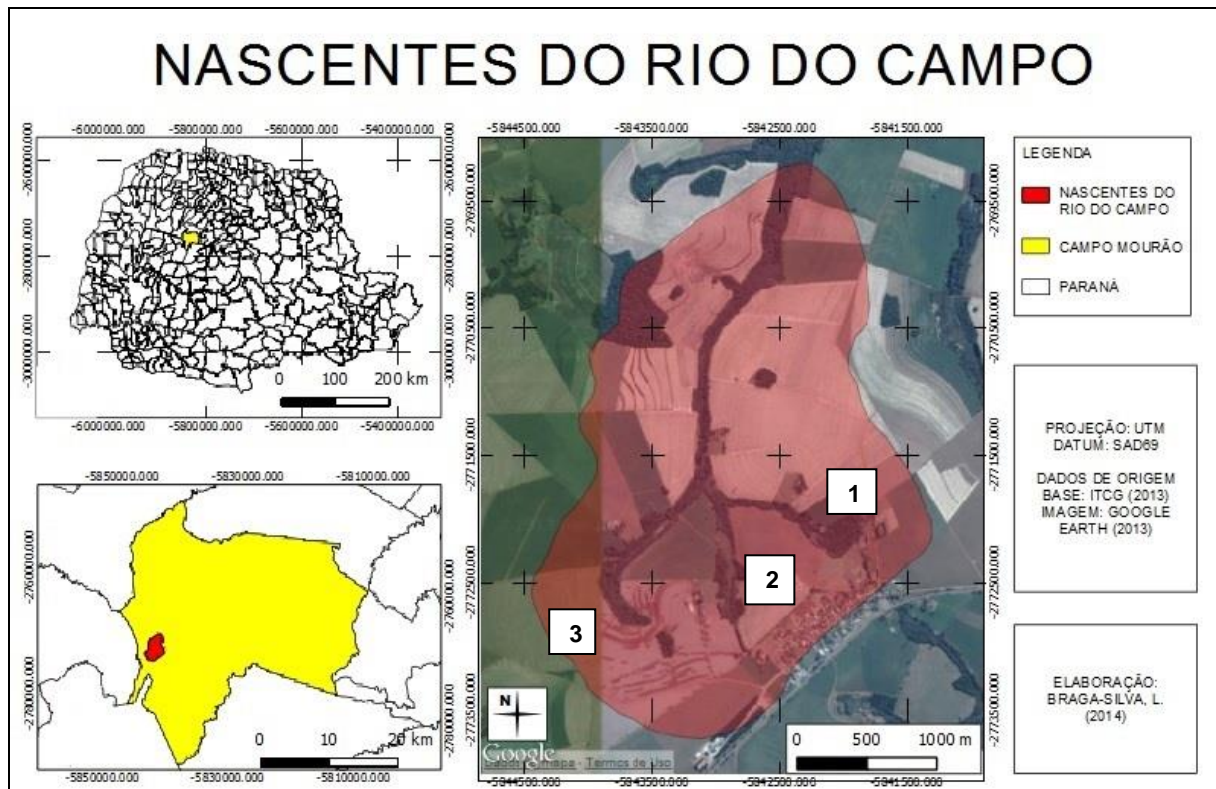


Figura 1 - Localização das nascentes do rio do Campo. Nascente 1 a leste, 2 ao centro e 3 a oeste. Piquirivaí, Campo Mourão – PR.
Fonte: autoria própria.

3.2 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido através da caracterização da área de estudo, trabalho de campo, análise granulométrica do solo e determinação de geofatores.

3.2.1 Caracterização da área de estudo

Inicialmente foi feita a caracterização da paisagem da bacia hidrográfica que abrange as três nascentes do rio do Campo. Para esta etapa foram utilizados materiais disponíveis no site do ITCG⁷, IBGE⁸, EMBRAPA⁹ e IAPAR¹⁰. Os elementos da paisagem identificados foram: geologia, geomorfologia, relevo, clima, vegetação e uso do solo. Como esta pesquisa faz parte do Projeto de Extensão intitulado “Diagnóstico geoambiental na microbacia do rio do Campo, Campo Mourão-Pr: subsídio para a participação popular no Planejamento Ambiental”, foram utilizados alguns mapas temáticos confeccionados para o projeto, como de geologia, declividade e solos.

3.2.2 Trabalho de Campo

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa foram realizados trabalhos de campo para coleta de dados e informações. Algumas atividades foram desenvolvidas em conjunto com o projeto de extensão citado anteriormente, sendo os trabalhos desenvolvidos nas datas a seguir:

- 23/08/2013: visita exploratória para o início do projeto, com coleta de material fotográfico;

⁷ Instituto de Terras Cartografia e Geociências.

⁸ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

⁹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

¹⁰ Instituto Agronômico do Paraná.

- 09/11/2013: entrevista com moradores¹¹ da área urbana e rural e coleta de material fotográfico;
- 05/12/2013: coleta de água para análises¹² e coleta de material fotográfico após período chuvoso;
- 25/03/2014: coleta de solos na nascente 2 para as análises granulométricas, com o uso de trado holandês e demarcação de coordenadas através do GPS GARMIN, coleta de material fotográfico, uso de trena para mensuração da APP;
- 24/04/2014: coleta de água para análises¹² e entrevista com o responsável por monitorar a distribuição de água no distrito, senhor Zé D'água¹¹, e coleta de material fotográfico após chuva concentrada;
- 02/05/2014: coleta de material fotográfico, demarcação de coordenadas através do GPS GARMIN e uso de trena para mensuração da APP.
- 30/05/2014: coleta de material fotográfico, demarcação de coordenadas através do GPS GARMIN e uso de trena para mensuração da APP.

3.2.3 Coleta de Solos e Análise Granulométrica

As coletas de solos para análise granulométrica basearam-se na metodologia Boulet (1988) e Boulet, Chauvel e Lucas (1990) com algumas adaptações. A metodologia destes autores prevê a coleta de solos em uma topossequência (desde o topo até o sopé), por meio de sondagens com retirada de amostras de solo a cada 10cm de profundidade (a partir da superfície) e em distâncias determinadas em campo, conforme as situações verificadas. O intuito da metodologia é fazer a representação da cobertura pedológica de forma vertical e horizontal.

Para tanto, considerando os objetivos do trabalho, optou-se em apenas executar algumas orientações da metodologia, que no caso envolveram a execução

¹¹ Dados não utilizados neste estudo, porém utilizados no Projeto de Extensão: "Diagnóstico geoambiental na microbacia do rio do Campo, Campo Mourão-PR: subsídio para a participação popular no Planejamento Ambiental".

¹² Dados não utilizados neste estudo, porém utilizados no projeto de extensão: "Diagnóstico ambiental na microbacia do rio do Campo: estudo do saneamento ambiental".

de sondagens em uma topossequência na nascente 2, com coletas de amostras de solo variando a profundidade. O distanciamento entre as sondagens foi determinado de acordo com a variação da topografia da vertente, não sendo feita a construção visual vertical e horizontal da área. Foram feitos 5 pontos de sondagens, sendo coletadas amostras com intervalos maiores de profundidade, como 10 cm, seguidos de 30 cm e 60 cm. (Apêndice A). Algumas análises morfológicas foram feitas ainda em campo, onde se analisou a cor, a textura, a umidade e a consistência do solo. A cor foi definida através da comparação da amostra de solo com a tabela de cores Munsell Soil Color Charts, enquanto que a umidade, textura e consistência, foram obtidas através do tato, conforme o manual de descrição e coleta do solo no campo (LEMOS e SANTOS, 2002).

A análise granulométrica dessas amostras seguiu o método de ensaio de granulometria conjunta segundo Nogueira (2005), também conhecido como método do densímetro na proveta. Primeiramente esperou-se o solo secar por aproximadamente sete dias e separaram-se três amostras de cada camada retirada com o tratado para constatar a umidade após secagem em estufa a 105°C. Para tanto, foi pesado cada cápsula antes de acrescentar o solo, com o solo antes de ir à estufa e após secagem na estufa.

Após a retirada das amostras para verificar a umidade o solo foi passado em peneira de 4,8 mm e separou-se 50g para fins de análises de massa específica. As 50g foram acrescentados em um Becker de 250mL juntamente com água destilada. Após 12 horas foram agitados por 15min em um dispersor e posteriormente a solução foi adicionada em um piquinômetro de 500mL para ser retirado todo o O₂ em uma bomba a vácuo por 30 min. Após esse tempo o piquinômetro foi pesado sendo medida a temperatura da solução.

Posteriormente peneirou-se o solo restante em uma malha de 2mm para a retirada de 70g de solo, quando argiloso, ou 120g, quando arenoso, para as análises de densidade. Acrescentou-se a amostra equivalente em um Becker de 250mL sendo adicionado 125mL do defloculante hexametáfosfato de sódio, aguardando no mínimo 12 horas. Após o tempo de espera a solução foi agitada em um dispersor por 15min, colocada em uma proveta de 1L e acrescentado água destilada até o menisco. Posteriormente agitou-a manualmente a proveta por 30s e assim colocada em uma bancada sem riscos de ser tocada ou agitada para interferir no resultado. Logo após foi adicionado o densímetro e verificado o valor do mesmo nos tempos a

seguir: 30 segundos; 1, 2, 4, 8, 15 e 30 minutos; 1, 2, 4, 8 e 24 horas. Também foi mensurada a temperatura a cada 1 hora.

Todos os dados de umidade, massa específica e densidade das amostras (camadas coletadas) foram organizados em tabela por meio do *software Microsoft® Excel® 2013* para a elaboração de gráficos de análises granulométricas e posteriormente uma tabela com os valores granulométricos médios de cada seção (Apêndice A).

3.2.4 Determinação de Geofatores e Restrições Ambientais de Uso e Ocupação:

A determinação de geofatores foi conforme segue abaixo (Quadro 1):

Geofatores	Descrição
Geofator A	- Presença ¹³ de Erosão Linear: sulcos, ravinas e voçorocas - Presença de Erosão Laminar - Presença de áreas inundáveis
Geofator B	- Declividade e presença de rupturas de declive - Presença de afloramentos rochosos - Textura do solo - Profundidade do nível d'água
Geofator C	- Tamanho da APP da nascente ou presença de olho d'água ¹⁴ intermitente baseado na lei do Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/12)

Quadro 1 - Descrição dos Geofatores.

- Geofatores A: determinados por meio de observações *in loco*.
- Geofatores B: afloramentos verificados por meio de observações *in loco*. A declividade nas nascentes verificada através de perfis de elevação utilizando o *software Google Earth®* e a coleta de solo baseada na metodologia de Boulet (1988) e Boulet, Chauvel e Lucas (1990) com a construção de um transecto e retirada amostras de solo para reconhecimento da granulometria do mesmo. A granulometria constituiu na aplicação do método de ensaio de granulometria conjunta segundo Nogueira (2005).

¹³ São consideradas a presença ou ausência destes processos devido à dinâmica envolvida, não sendo, portanto, considerados aspectos métricos;

¹⁴ Olho d'água: afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente (BRASIL, Lei nº 12.651/12).

- Geofatores C: estes aspectos foram verificados *in loco*, por meio de localização e medições das áreas de acordo com o Código Florestal Lei nº 12.651/12 através do uso de trena e GPS GARMIN.

Com os resultados dos dados dos geofatores coletados e analisados, foi feita a definição de restrições ambientais do uso e ocupação do solo, sendo representada em uma figura que tem como base uma imagem do *Google Earth*® confeccionada no *software QGIS* versão 2.0.1, conforme três restrições ambientais de uso e ocupação descritas a seguir (Quadro 2):

- Áreas de restrição desprezível possuem restrição I. O local que possui essa restrição pode ser ocupado como área urbana ou agrícola, pois não possui danos ou tendência a processos erosivos, além de não estar inserido em APPs.

- Áreas que precisam de medidas corretivas possuem restrição II. Nesse caso o local precisará de técnicas de conservação do solo para o uso agrícola, por exemplo, pois apresenta tendências a carregamento de material particulado. Assim como, em caso de áreas urbanas, necessita de ações de destinação das águas pluviais e contenção de processos erosivos;

- Áreas que são inviáveis para utilização possuem restrição III. Essa restrição é utilizada para áreas intermitentes e APPs.

Restrições Ambientais para Uso e Ocupação do Solo		
I	II	III
Áreas sem ocorrência dos Geofatores A, B e C	Áreas que apresentam necessidade de técnicas de conservação no uso do solo (áreas agrícolas) e ocupação do solo (áreas urbanas) devido a presença dos Geofatores A e B	Áreas intermitentes como Olhos d'água, Nascentes e APPs que não podem ser ocupadas. Presença do Geofator C

Quadro 2 - Restrições Ambientais dos Geofatores para o uso e ocupação do solo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PAISAGEM

A área das nascentes do rio do Campo apresenta aproximadamente 88.000 m², ocupadas por atividades urbanas e rurais. Em termos populacionais, o distrito de Piquirivaí possui 1.196 habitantes, dos quais 537 residem em área urbana e 659 na área rural (IBGE, 2010). A área urbana não possui sistema de saneamento básico completo. A água é encanada sendo distribuída às residências urbanas por meio de coleta na nascente 2. Também não há galerias pluviais instaladas e o esgoto doméstico é disposto em fossas negras.

A área situa-se em uma transição geológica entre o Grupo Bauru e o Grupo São Bento. O Grupo Bauru, Formação Caiuá, possui arenitos finos e médios, arroxeados de estratificação cruzada de grande porte. Já no Grupo São Bento, Formação Serra Geral, caracterizado por derrames vulcânicos de fissura continental, rochas efusivas básicas toleíticas com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos e pretos, raramente andeístico (MINEROPAR, 2005; LABGEO/UTFPR) (Figura 2).

Geomorfologicamente a bacia do rio do Campo faz parte da Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná, da Unidade Morfoescultural Terceiro Planalto paranaense e da Sub-Unidade Morfoescultural denominada de Planalto de Campo Mourão. Esta sub-unidade, caracteriza-se por apresentar, predominantemente, declividades menores que 6%, forma de topos aplainados e alongados, vertentes retilíneas e côncavas na base e vales em calha (SANTOS et al., 2006)

Os solos predominantes na bacia hidrográfica envolvem a classe dos Latossolos Vermelhos Distroféricos de textura argilosa, horizonte A moderado, presente em relevo suave ondulado, e Argissolo Vermelhos Distrófico típico de textura arenosa/média, horizonte A moderado, também presente em relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2007a; EMBRAPA, 2007b) (Figura 3). Os solos encontrados foram em bases cartográficas do ITCG que disponibiliza escalas menores do que 1:250.000 e não apresentam as informações em uma escala maior de detalhes

como 1:20.000, portanto tais classes foram o mais próximo do real em que foi possível encontrar para confecção do mapa de solos.

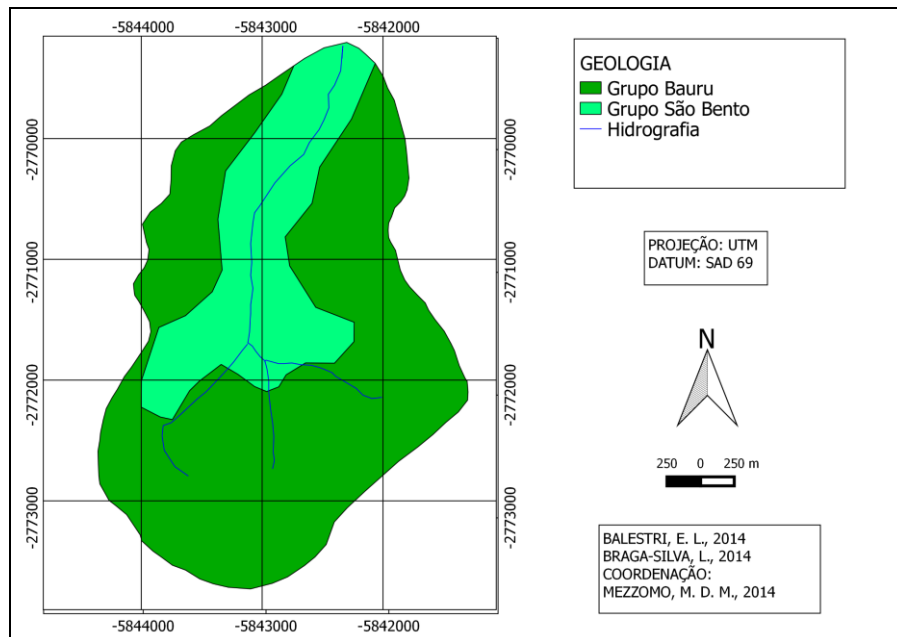


Figura 2 - Geologia da área das nascentes do rio do Campo, Piquirivaí, Campo Mourão - PR.
Fonte: BALESTRI¹⁵ (2014) inédito. Adaptado: Descrição das Unidades Litoestratigráficas, MINEROPAR (2006), Folha SG22-V-A, Escala: 1:250.000

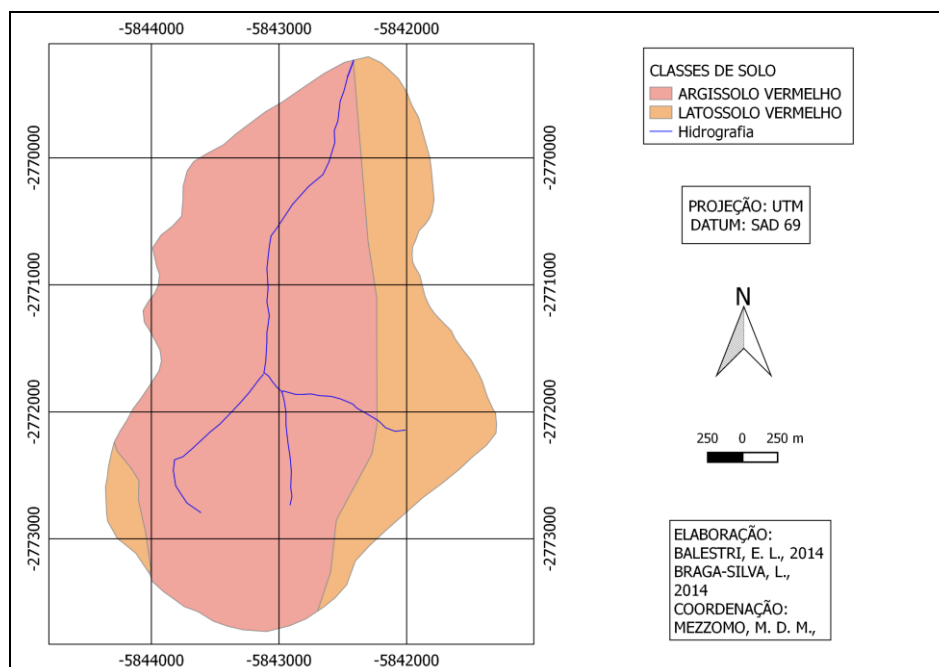


Figura 3 - Classes de solos da área das nascentes do rio do Campo, Piquirivaí, Campo Mourão - PR.
Fonte: BALESTRI¹⁵ (2014). Solos – Estado do Paraná, ITCG (2008), Escala: 1:2.000.000.

¹⁵ Material Cartográfico integrante do Projeto de Extensão já citado acima.

A declividade do relevo em que se encontram as três nascentes varia do plano a suave ondulado e moderadamente ondulado, sendo predominante o relevo suave ondulado (Figura 4). Classes de declividades são geradas através de mapas que utilizam imagens SRTM, disponíveis pelo INPE no programa TOPODATA, porém a maior escala de detalhes disponível é 1:50.000, portanto tais classes também foram o mais próximo do real em que foi possível encontrar.

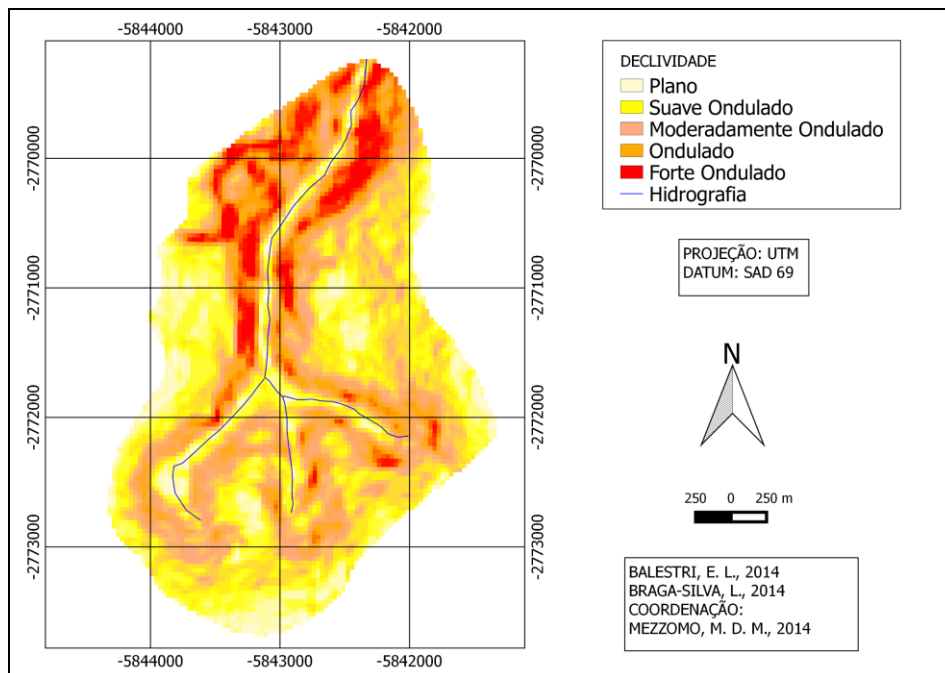


Figura 4 - Declividade da área das nascentes do rio do Campo, Piquirivaí, Campo Mourão - PR.
Fonte: BALESTRI¹⁵ (2014). Imagem SRTM, INPE-TOPODATA, Escala 1:50.000.

Segundo o sistema de classificação climática de Köppen (1948), a região em que a bacia se encontra possui clima subtropical com temperaturas no mês mais frio inferiores a 18°C, geadas pouco frequentes e estação sem seca definida. Possui verões quentes com temperaturas superiores a 22°C no mês mais quente com concentrações de chuvas (CAVIGLIONE et al., 2000). Em uma série histórica de um posto pluviométrico mais próximo da área de estudo, Posto Pluviométrico de Mamborê - PR, verificou-se que os meses de janeiro, fevereiro, outubro e dezembro apresentam médias pluviométricas mais altas enquanto os meses de abril, junho, julho e agosto foram os meses com menores valores registrados (Gráfico 1).

A vegetação predominante na área, segundo Roderjan et al. (1993), é um enclave de Floresta Ombrófila Mista Montana com Floresta Estacional Semidecidual Submontana. A Floresta Ombrófila Mista Montana, mais conhecida como Floresta de

Araucaria, possui extrato arbóreo de 30m e presença de epífitas, já a Floresta Estacional Semidecidual também possui um extrato arbóreo de 30m com expressiva presença de lianas. As duas formações estão presentes sobre solos como Latossolo, Argissolo, Cambissolo e Neossolo Litólico.

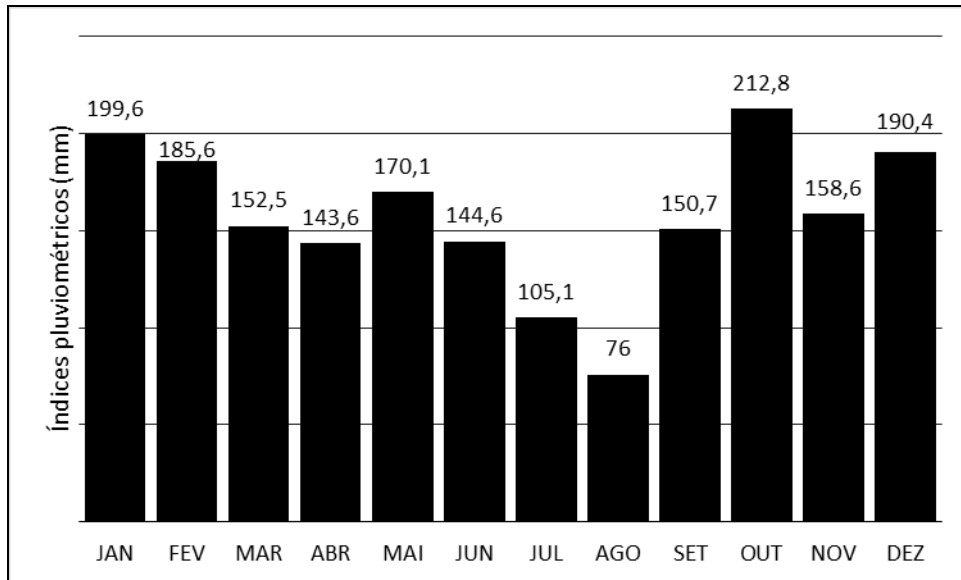


Gráfico 1 – Média mensal de índices pluviométricos de 1980 a 2013, Posto Pluviométrico de Mamborê - PR.

Fonte: Instituto das Águas do Paraná ÁGUASPARANÁ (2014).

4.2 DETERMINAÇÃO DE GEOFATORES

A presença dos geofatores em cada nascente é apresentada no Quadro 3. A descrição e análise dos geofatores é apresentada conforme cada nascente.

	Nascente 1	Nascente 2	Nascente 3
Geofator A	- Presença de erosão laminar - Presença de erosão linear (sulcos).	- Presença de erosão linear (sulcos e ravinas)	- Presença de erosão laminar - Presença de erosão linear (sulcos e ravinas)
Geofator B	- Declividade 8%	- Declividade 12,4% - Textura: 17,8% de Argila; 10,9% de Silte; 71,3% de Areia (Apêndice A)	- Declividade 8,6%
Geofator C	42 m de APP	- 50 m de APP - Presença de olho d'água intermitente	45 m de APP

Quadro 3 - Geofatores presentes em cada nascente do rio do Campo, Piquirivaí, Campo Mourão – PR.

4.2.1 Nascente 1

Esta nascente possui maior número de residências rurais localizadas da alta vertente para a baixa vertente. A nascente está protegida por cercas e ao redor possui pastagens e plantio agrícola de milho, aveia e soja.

Verificou-se que o uso de práticas agrícolas conservacionistas no local não é utilizado da forma mais indicada, pois não há o uso de plantio direto e os terraceamentos não são eficientes (Figura 5). A ineficiência dos terraceamentos se deve ao rebaixamento do mesmo, pois assim o agricultor também planta sobre essa área, além de haver grandes espaços entre os terraços, para utilizar maquinários de grande porte que são mais rápidos e eficientes no plantio [VIEIRA, 2010?]. Caviglione et al. (2010) afirmam que os obstáculos para se ter um correto espaçamento entre os terraços estão na dificuldade de mensuração da declividade, identificação das classes texturais do solo e presença ampla de chuvas erosivas, o que exige intensa experimentação em campo.



Figura 5 - Terraceamento ineficiente na nascente 1. Piquirivaí, Campo Mourão - PR. Fonte: Letícia B. da Silva (2014).

O geofator A nesta nascente apresenta erosão laminar e erosão linear em forma de sulcos (Figura 6), na direção leste a oeste. As erosões podem ser causadas pela união de fatores como o tipo de solo, falta de práticas conservacionistas efetivas aliados a períodos chuvosos intensos. Os impactos causados pela erosão estão na diminuição da qualidade do solo, e consequentemente diminuição da produtividade agrícola ou aumento do uso de tecnologias para suprir esse declínio, além do risco de contaminação da água pelos agrotóxicos transportados na enxurrada e pelos materiais particulados que podem causar assoreamento (ANDRELLO, 2004).

O geofator B apresenta na direção de alta vertente para baixa vertente da nascente, 8% de declividade. Esse valor está dentro do intervalo de 3 a 8% para um terreno com classe de declive suave ondulado. Classes de declividades consideradas altas, tais como 45 a 75%, estão mais sujeitas ao carregamento de massa e processos erosivos do que classes mais baixas (TRENTIN; ROBAINA, 2005). Porém processos erosivos não dependem apenas da declividade do terreno.



Figura 6 -Nascente 1 com presença de erosão linear em forma de sulcos. Piquirivaí, Campo Mourão - PR.

Fonte: Letícia B. da Silva (2014) e Google Earth® (2013).

Como geofator C a nascente apresentou 42m de APP no ponto onde encontrou-se água. Segundo a Lei 12.651/12 as APPs para nascentes devem possuir um raio mínimo de 50m. Como a área ao redor da APP é ocupada em sua maioria pelo cultivo agrícola, sem uma fiscalização efetiva esta área poderá diminuir ainda mais o seu raio protetivo, pois áreas de vegetação nativa vêm sendo perdidas para a expansão agrícola.

4.2.2 Nascente 2

Esta nascente é margeada por práticas agrícolas, possui a sede de uma fazenda localizada a oeste, um cemitério - desativado há 15 anos, porém ainda com presença de jazidas¹⁶ - localizado a 300m na média vertente (Figura 7) e área urbana a 500m no sentido sudeste da nascente.



Figura 7 -Cemitério a 300 m da nascente 2, Piquirivaí, Campo Mourão - PR. Foto A: imagem interna do cemitério; Foto B: túmulo abandonado; Foto C: erosão laminar e carregamento de solo.

Fonte: Maristela D. M. Mezzomo (2013) e Google Earth® (2013).

¹⁶ Informação fornecida através de entrevista com o responsável pela distribuição da água no distrito, senhor Zé D'água.

É a nascente mais explorada devido a coleta de água para abastecimento da população urbana do distrito. Não há cercas de proteção ao redor da APP e a exploração de água nesta nascente é feita de duas formas, por meio de um poço artesiano com 70m de profundidade e diretamente do olho d'água que direciona a água para um reservatório de 30.000L (Figura 8) que tem a finalidade de acumular água para ser bombeada para uma caixa d'água localizada na parte central da área urbana. Ainda conforme entrevista com o senhor Zé d'água, a existência das duas formas de coleta de água se deve ao fato do reservatório de 30.000L não ser suficiente para suprir a necessidade da população no período da manhã¹⁶.



**Figura 8 - Reservatório dentro na nascente 2. Piquirivaí, Campo Mourão - PR.
Fonte: Maristela D. M. Mezzomo (2013) e Letícia B. Silva (2014).**

Geofator A está presente com erosão linear na forma de sulcos, ocorrendo a montante e a leste da nascente (Figura 9). Esta nascente também possui como geofator A uma ravina na lateral da estrada de acesso a nascente 2 (Figura 10). Esta ravina formou-se devido ao fato de estar localizada em área periurbana, recebendo as águas pluviais da área urbana devido ao fato da mesma não possuir galerias pluviais.

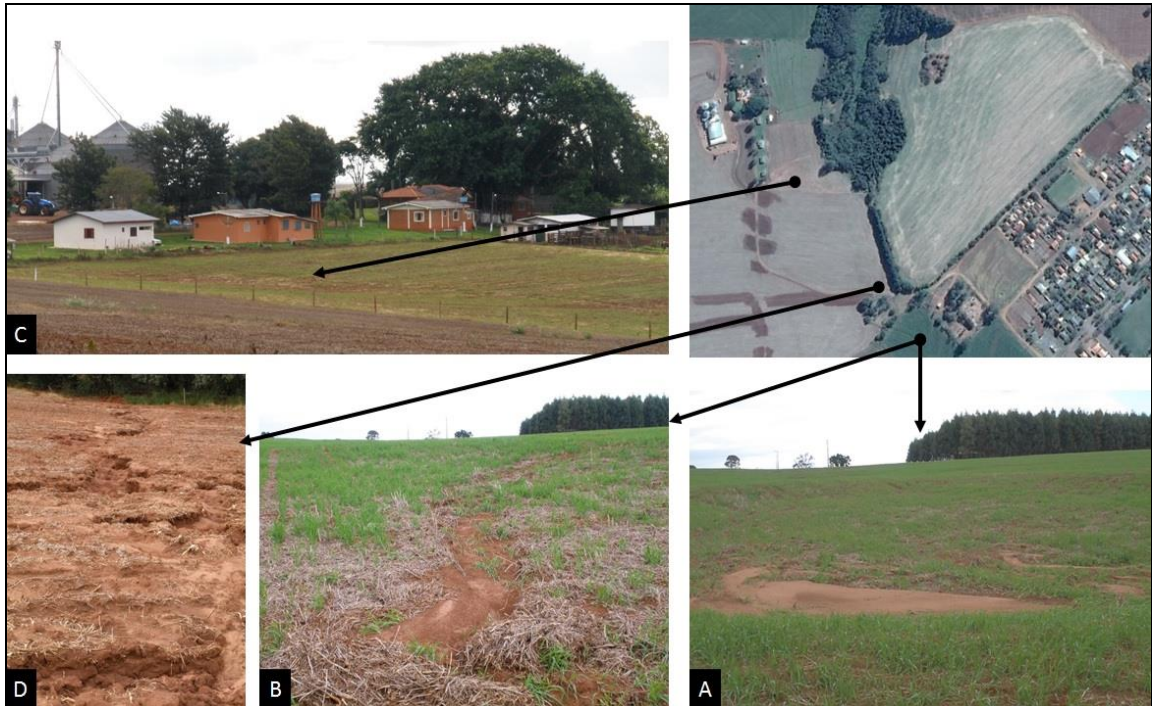


Figura 9 - Pontos de erosão linear em forma de sulcos. Foto A e B: erosão linear com acúmulo de areia; Foto D: sulco aparente; Foto C: sulcos. Nascente 2, Piquirivaí, Campo Mourão – PR. Fonte: Letícia B. da Silva (2014) e Google Earth® (2013).



Figura 10 - Ravina presente na estrada vicinal de acesso a nascente 2, Piquirivaí, Campo Mourão – PR. Fonte: Letícia B. da Silva e Henrique da S. Martinez (2014).

A causa dos sulcos se deve ao uso agrícola com práticas conservacionistas ineficazes ou incompletas e aliado a períodos chuvosos intensos. Esse tipo de erosão pode ficar de forma mais intensiva chegando a formar ravinas e futuras

voçorocas. A degradação do solo por voçorocas descaracteriza a paisagem tanto natural, quanto urbana e rural, além de diminuir as áreas férteis devido a remoção da camada superficial do solo (ALBUQUERQUE, 2007).

O geofator B nesta nascente apresentou declividade máxima de 12,4% (Figura 11). A textura do solo apresenta-se: argilosa com valores mínimo e máximos de 13,5 à 27,9%; siltosa de 7,8 à 19,3%; e arenosa de 63,6 à 78,7%. A distribuição dos pontos de coleta de amostras de solo também pode ser visualizada na figura 11 e os valores de granulometria encontram-se na tabela 1 (Apêndice A).



Figura 11 - Perfil de elevação no transecto de coleta do solo para análise granulométrica, nascente 2. Destaque para o maior valor de declividade no perfil. Piquirivá, Campo Mourão - PR.

Fonte: Google Earth® (2013).

Tabela 1 – Valores médios de granulometria do solo no transecto, nascente 2. Piquirivá, Campo Mourão - PR.

	Composição granulométrica %		
	Argila	Silte	Areia
Seção 1	13,7	7,9	78,4
Seção 2	27,9	8,5	63,6
Seção 3	17,4	11,2	71,4
Seção 4	13,5	7,8	78,7
Seção 5	16,5	19,3	64,2
Média	17,8	10,9	71,3

Fonte: autoria própria.

Segundo Macedo et al. (1998), solos arenosos mesmo com topografia propensos a agricultura – nesse caso, baixa declividade com relevo de plano a moderadamente ondulado – não impede a degradação do solo devido as características físicas e químicas dos mesmos.

O geofator C referente a APP apresentou-se dentro da legislação do Novo Código Florestal brasileiro, ou seja, 50 m de área preservada. Porém, um fato interessante e importante verificado com este estudo foi que, segundo depoimento do senhor Zé d'água e observações feitas em campo, nos meses de julho e agosto (2013) ocorre afloramento de água dentro da ravina, o que significa ser um olho d'água intermitente (Figura 12).



Figura 12 - Olho d'água intermitente dentro da ravina, visualizado em campo em 23/08/2013. Ravina nascente 2, Piquirivaí, Campo Mourão – PR. Fonte: Maristela D. M. Mezzomo (2013).

Segundo o Novo Código Florestal “faixas marginais de qualquer curso d'água perene ou intermitente” são considerados como Área de Preservação Permanente. Diante disso, entende-se que toda a extensão da atual localização da nascente 2 até o olho d'água intermitente deveria ser considerada APP, fato que não ocorre na área.

A ocorrência do afloramento do olho d'água intermitente no mês de agosto, mês com menor índice pluviométrico, ocorre devido ao acúmulo de precipitação na

bacia referente aos meses anteriores, como maio e junho, meses com valores próximos aos meses mais chuvosos (dezembro, janeiro e fevereiro) (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores pluviométricos médios de 1980 à 2013. Mamborê – PR.

Mês	Precipitação Pluviométrica (ml)
Janeiro	199,6
Fevereiro	185,6
Março	152,5
Abril	143,6
Maio	170,1
Junho	144,6
Julho	105,1
Agosto	76,0
Setembro	150,7
Outubro	212,8
Novembro	158,6
Dezembro	190,4

Fonte: Instituto das Águas do Paraná ÁGUASPARANÁ (2014).

4.2.3 Nascente 3

A nascente 3 não é protegida por cercas e seu entorno apresenta somente o uso agrícola sem práticas conservacionistas, como plantio direto e terraceamentos (Figura 13).



Figura 13 - Plantio agrícola com presença de sulcos e ausência de terraceamento (Foto A) e de uso de plantio direto (Foto B), nascente 3. Piquiriváí, Campo Mourão - PR.

Fonte: Maristela D. M. Mezzomo (2014).

O geofator A apresenta erosão laminar e linear com presença de sulcos e ravina, localizadas no sentido da montante para a baixa vertente da nascente (Figura 14).

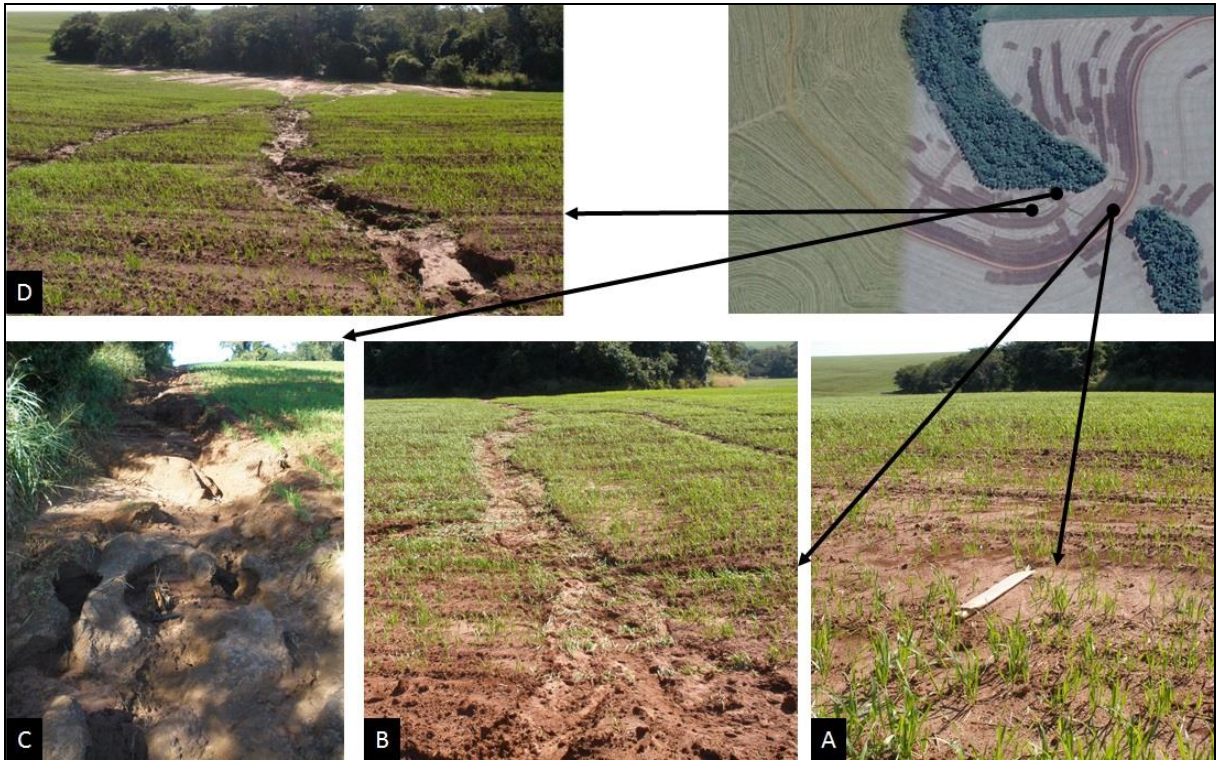


Figura 14 - Geofator A com presença de erosão laminar (Foto A), linear em forma de sulcos (Fotos B e D) e ravina (Foto C), nascente 3. Piquirivaí, Campo Mourão - PR.

Fonte: Maristela D. M. Mezzomo (2014).

A presença de ravina e sulcos, neste caso em maior número que as outras nascentes, devido ao fato de ausência de práticas agrícolas conservacionistas o que levou inclusive ao acúmulo de material particulado na baixa vertente. O carregamento de solo é tão intenso que adentrou a APP. A área de mata não está sendo suficiente para conter o carregamento de material particulado, por isso, é necessário aliar práticas conservacionistas (Figura 15).

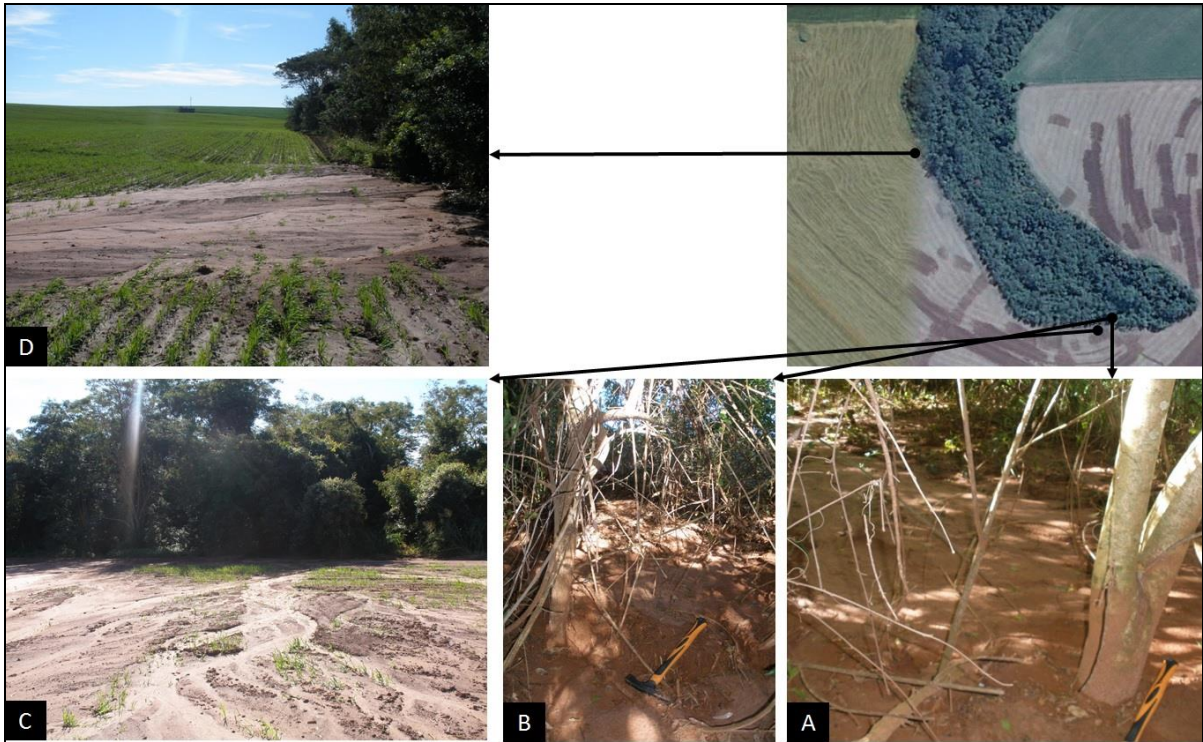


Figura 15 - Acúmulo de material particulado, nascente 3, Piquirivaí, Campo Mourão - PR. O.
Fonte: Maristela D. M. Mezzomo (2014).

Vieira [2010?] afirma que terraceamentos tem a função de diminuir a velocidade do escoamento superficial e conseqüentemente sua energia cinética e, assim, diminuir seu potencial de danos como a formação de sulcos, ravinas e voçorocas. Além de diminuir a possibilidade de enchentes nos rios, mantendo o equilíbrio da vazão das nascentes e reduzindo o assoreamento, pois os sedimentos permanecem retidos na curva e canal do terraceamento e a água permanece armazenada nos mesmo a ponto de infiltrar-se no solo.

Ainda segundo Vieira [2010?], o plantio direto serve de proteção da superfície do solo contra as gotas de chuvas com seu efeito *splash*, retardando o escoamento superficial, além de aumentar a atividade biológica chegando a formar o que ele chama de “pequeno horizonte”, que contribui para o aumento dos poros e infiltração da água.

O geofator B apresentou declividade máxima de 8,6%, localizada da alta vertente para a baixa vertente. Declividade essa, também considerada baixa, porém, não o suficiente para impedir os processos erosivos que diminuem a produtividade do solo e causam a degradação do mesmo.

O geofator C foi encontrado com um valor de 45m, aproximadamente. Valor este inadequado para APP em nascentes segundo o Novo Código Florestal brasileiro (Lei nº 6.571/12).

4.3 DEFINIÇÃO DE RESTRIÇÕES AMBIENTAIS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Com os geofatores identificados em cada nascente, foram definidos locais com restrições ambientais de uso e ocupação na área das nascentes do rio do Campo conforme as restrições abaixo (Figura 16):

Restrição I: são os locais em que não se encontrou processos erosivos, declividade alta, áreas inundáveis e APPs, ou seja, devido à ausência dos geofatores A, B e C considera-se tais áreas como um local indicado para uso tanto agrícola quanto urbano. Tal restrição abrangeu a maior do perímetro urbano e também as proximidades da foz de cada nascente, exceto a margem direita da nascente 1, pois foi um local em que encontrou-se pontos com processos erosivos.

Restrição II: são áreas com presença de erosão laminar, sulcos e ravinas e áreas propícias ao surgimento ou aumento desses processos devido a textura arenosa encontrada nas análises granulométricas no caso da nascente 2. Portanto, são áreas que para uso agrícola ou urbano são necessárias ações de recuperação das ravinas presentes nas nascentes 2 e 3 e a aplicação correta dos terraceamentos e o uso de plantio direto, técnicas conservacionistas do solo, além de galerias pluviais na área urbanas.

Restrição III: foi demarcada nas áreas em que não podem possuir uso algum. Áreas com 50m de diâmetro em cada nascente e o olho d'água encontrado a 150m da nascente 2, sendo considerada a APP (30 metros) entre esses dois diâmetros. E, considerando a Resolução Conjunta IBAMA/SEMA/IAP nº 005, de março de 2008, que define entornos protetivos às áreas úmidas e a Lei 12.651/12 onde terrenos "permanentemente brejoso e encharcado" como áreas de várzeas (áreas úmidas) estipulou-se 50m de APP.

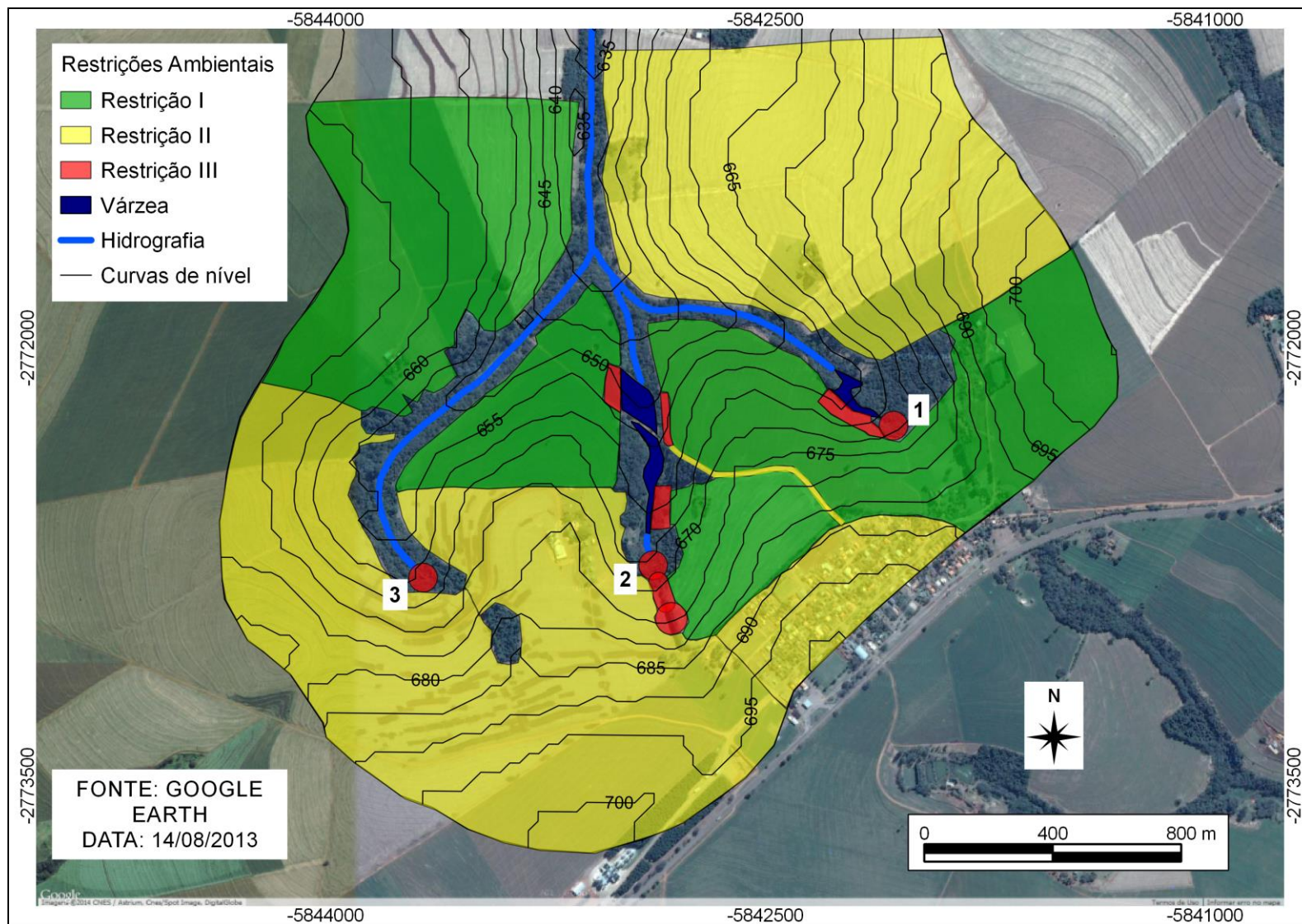


Figura 16 - Restrições de uso e ocupação do solo nas nascentes 1, 2 e 3 do rio do Campo, Piquirivaí, Campo Mourão – PR
 Fonte: autoria própria Google Earth® (2013)

5 CONCLUSÕES

A partir dos dados e informações obtidos por meio de pesquisa e trabalhos de campo, pode-se afirmar que o objetivo do trabalho foi alcançado, uma vez que pretendia-se fazer um diagnóstico geoambiental em relação à ocupação antrópica nas nascentes do Rio do Campo. Os resultados demonstram que a área apresenta os geofatores A, B e C, já que foram encontrados processos erosivos significativos como sulcos e ravinas, confirmado a textura do solo arenosa em uma das nascentes, característica de um Argissolo que é mais propenso a processos erosivos, e verificado APPs fora da determinação legal dos 50m.

Um dos pontos de destaque do trabalho foi a verificação do olho d'água intermitente. Este, embora que intermitente, apresenta risco de contaminação da água devido aos seguintes aspectos: o fato de estar dentro de uma ravina que recebe as águas pluviais urbanas; devido a existência do cemitério nas proximidades, que embora desativado, ainda conta com jazidas; e ao solo exposto do entorno; que apresenta uso agrícola mecanizado com uso de agrotóxicos. Como este olho d'água representa o afloramento do lençol freático, que possivelmente, é o mesmo da nascente que fornece água para abastecimento da área urbana devido à localização, entende-se que o risco se estende para a contaminação das águas utilizadas pela população do distrito.

Diante disso, o trabalho propõe a restrição do uso e ocupação do solo das três nascentes em três situações:

- Áreas que podem ser ocupadas tanto como área rural quanto área urbana;
- Áreas com presença de processos erosivos, portanto necessitam de práticas conservacionistas para ocupação agropastoril ou de galerias pluviais para contenção de enxurradas em áreas urbanas;
- Áreas sem ocupação urbana ou rural, pois são APP de nascente perenes e intermitentes e são resguardadas perante o Novo Código Florestal, Lei nº 12.651/12.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Francisco N. B. Agente, processos e feições erosivas em voçoroca conectada à rede de drenagem do Rio Coreaú, em Coreaú, Ceará. **Revista da Casa de Geografia de Sobral**, Sobral, v. 8/9, n. 1, v. 11-20, 2007.

ANDRELLO, Avacir C. **Aplicabilidade do ^{137}Cs para medir erosão do solo: modelos teóricos e empíricos**. 2004. 200 f. Tese (Doutorado em Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2004.

BERTRAND, Georges. Paisagem e Geografia física global. Esboço metodológico. **Revista RA´E GA**, Editora UFPR, Curitiba, n.8, p. 141-152, 2004.

BOULET, René G. L. Análise estrutural da cobertura pedológica e a experimentação agrônoma. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21. 1988, Campinas. A responsabilidade social da ciência do solo. Campinas: **Anais...** Sociedade brasileira de ciência do solo, 1988. p. 431-446.

BOULET, René G. L.; CHAUVEL, Armand.; LUCAS, Yves. Os sistemas de transformação em pedologia. **Boletim de Geografia Teórica**, v. 20, n. 39, p. 5-20, 1990.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 25 maio 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 07 out. 2013.

CAVIGLIONE, João H.; FIDALSKI, Jones; ARAÚJO, Augusto G.; BARBOSA, Graziela M. de C.; LLANILLO, Rafael F.; SOUTO, Adriano R. Espaçamentos entre terraços em plantio direto. **IAPAR Boletim técnico**, n. 71, p. 59 Londrina: IAPAR, 2010.

CAVIGLIONE, João H; KIIHL, Laura R. B.; CARAMORI, Paulo H.; OLIVEIRA, Dalziza. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. CD

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná. Articulação: MI – 504.**

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil, 2007a. 22 folhas. Escala 1:250.000.

_____. **Mapas de solo do estado do Paraná:** escala 1:250.000. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007b.

FELIPPE, Miguel. F.; MAGALHAES JR., Antônio P. Consequências da ocupação urbana na dinâmica das nascentes em Belo Horizonte-MG. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MIGRAÇÕES, 6., 2009, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABEP, 2009.

FELIPPE, Miguel. F.; MAGALHAES JR., Antônio P.; LAVARINI, Chrystiann; PEIFER, Daniel; DOLABELA, Davi. Espacialização e caracterização das nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte-MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18., 2009, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: ABRH, 2009.

GOMES, Priscila M.; MELO, Celine de; VALE, Vagner S. do. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia – MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 17, n. 32, p. 103-120, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Informações Estatísticas.** 2010. Disponível em:

<<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=410430>>, Acesso em: 23 jan. 2013.

_____. **Descrição das Unidades Litoestratigráficas.** 2006. Escala 1: 250.000.

Disponível em: <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=9#>> Acesso em: 20 jul. 2014.

_____. **Solos – Estados do Paraná.** 2008. Escala: 1:2.000.000. Disponível:

<<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=9#>>. Acesso em: 20 jul. 2014.

_____. **Divisão Político-Administrativa do Paraná.** 2013. Escala: 1:100.000.

Disponível em: <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=8#>>. Acesso em: 30 jan. 2014.

INTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **TOPODATA - Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. Disponível em: <<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>>. Acesso em: 29 out. 2013.

LEMOS, Raimundo C.; SANTOS, Raphael D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 4. ed. Viçosa: SBCS, 2002. 83 p.

MACEDO, José R.; MARTINS, João S.; ARDHENGUI, Ari F.; SOBRINHO, José S.; ASSIS, Déa S. **Circular Técnica 3: Uso e Conservação de Solos Arenosos sob Pastagens em São Gabriel do Oeste, MS**. Embrapa: Rio de Janeiro, 1998.

MATULA, Milan; LETKO, Vladimir. Engineering geology in planning the metropolitan region of Bratislava. **Bulletin of the Inter. Assoc. of Engineering Geology**, Krefeld, n. 22, p. 139 - 145, 1980.

MEZZOMO, Maristela D. M. Considerações sobre o termo “paisagem” segundo o enfoque geográfico. In: NUCCI, João C.(Org.) **Planejamento da Paisagem como subsídio para a participação popular no desenvolvimento urbano. Estudo aplicado ao bairro de Santa Felicidade – Curitiba/PR**. Curitiba: LABS/DGEO/UFPR, p. 277, 2010.

MINEROPAR SERVIÇOGEOLÓGICO DO PARANÁ. **Atlas Geológico do Paraná**. Mineralogia do Paraná. Curitiba: Mineropar, 2001. Escala 1:650.000. Disponível em: <<http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/MapasPDF/atlasgeo.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2013.

_____. **Descrição das Unidades Litoestratigráficas**. 2005. 1 carta. Escala 1: 250.000. Disponível em: <http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/MapasPDF/Geologocos/campo_mourao.PDF>. Acesso em: 01 dez. 2013.

NOGUEIRA, João B. **Mecânica dos Solos – Ensaios de Laboratório**. São Carlos: Reimpressão, 2005, 248 p.

NUCCI, João C. Aspectos teóricos do Planejamento da Paisagem. In: NUCCI, João C.(Org.) **Planejamento da Paisagem como subsídio para a participação popular no desenvolvimento urbano. Estudo aplicado ao bairro de Santa Felicidade – Curitiba/PR**. Curitiba: LABS/DGEO/UFPR, 2010, p. 277.

RODERJAN, Carlos V.; GALVÃO, Franklin. KUNIYOSHI, Yoshiko S.; HATSCHBACH, Gert G. As Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 75-92, 1990.

RODRIGUES, Valéria L. **Mapeamento geotécnico como base para o planejamento urbano e ambiental**: município de Jaú/SP. 2008. 156 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

RODRIGUEZ, José M. M., SILVA, Edson V., **Planejamento e Gestão Ambiental**: subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistêmica. Fortaleza: Edições UFC, 2013. 370p.

SALATI, Eneas; LEMOS, Haroldo M de; SALATI, Eneida. Água e o desenvolvimento sustentável. In:____. REBOUÇAS, Aldo da C.(Org.) et al. **Águas Doces no Brasil - Capital Ecológico, Uso e Conservação**. 3. ed. [S.l.]: Escritura, 2006. 37 - 62 p.

SALGUEIRO, Teresa B. Paisagem e Geografia. **Finisterra**, v. 36, n.72, p. 37-53, 2001.

SANTOS, Leonardo J. C.; FIORI, Chisato O.; CANALI, Naldy E; FIORI, Alberto P.; SILVEIRA, Claudinei T. da; SILVA, Julio M. F. da; ROSS, Jurandyr L. S. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. 2006 Escala 1:250.000. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 3-12.

TRENTIN, Romário; ROBAINA, Luís E. de S. Metodologia para mapeamento geoambiental no Oeste do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 11. 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2005.

VIEIRA, Marcos J. **Nota técnica nº 3: Sistema de plantio direto e terraceamento**. Faculdade Integrado de Campo Mourão, Campo Mourão. [2010?]

APENDÍCE A – ANÁLISE GRANULOMÉTRICA



Figura 17 – Pontos de coleta de solo para análise granulométrica, nascente 2. Piquirivaí, Campo Mourão – PR.

Fonte: Google Earth®, organização: Letícia Braga da Silva.

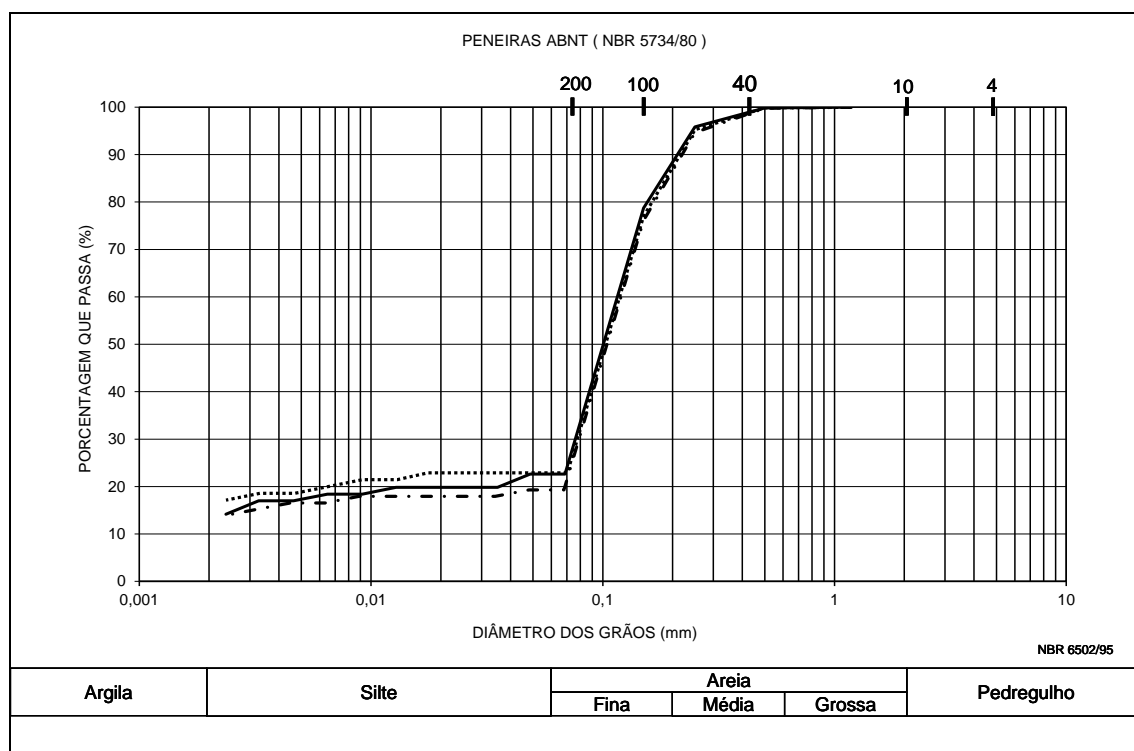


Gráfico 2 - Seção 1 de coleta de solo na nascente 2, Piquirivaí, Campo Mourão – PR. Profundidade: 10 cm ... , 30 cm — , 60 cm · · ·

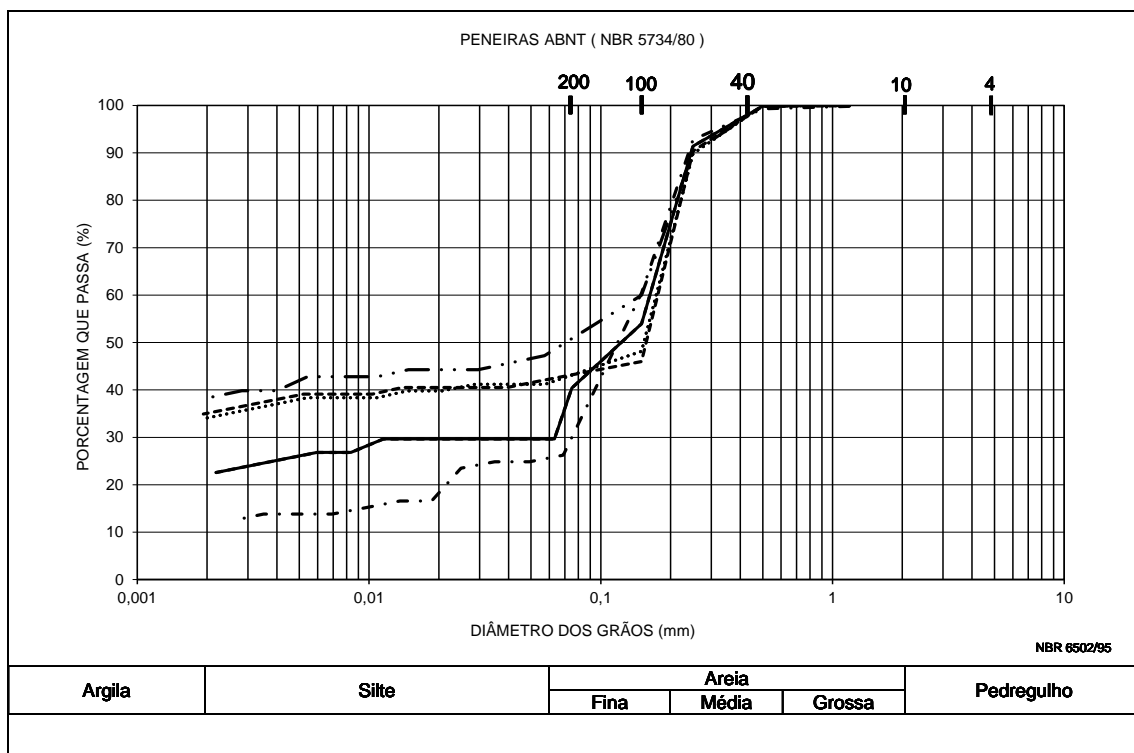


Gráfico 3 - Seção 2 de coleta de solo na nascente 2, Piquirivaí, Campo Mourão - PR. Profundidade: 10 cm · - · , 30 cm —, 70 cm --, 185 cm, 215 cm - - - -

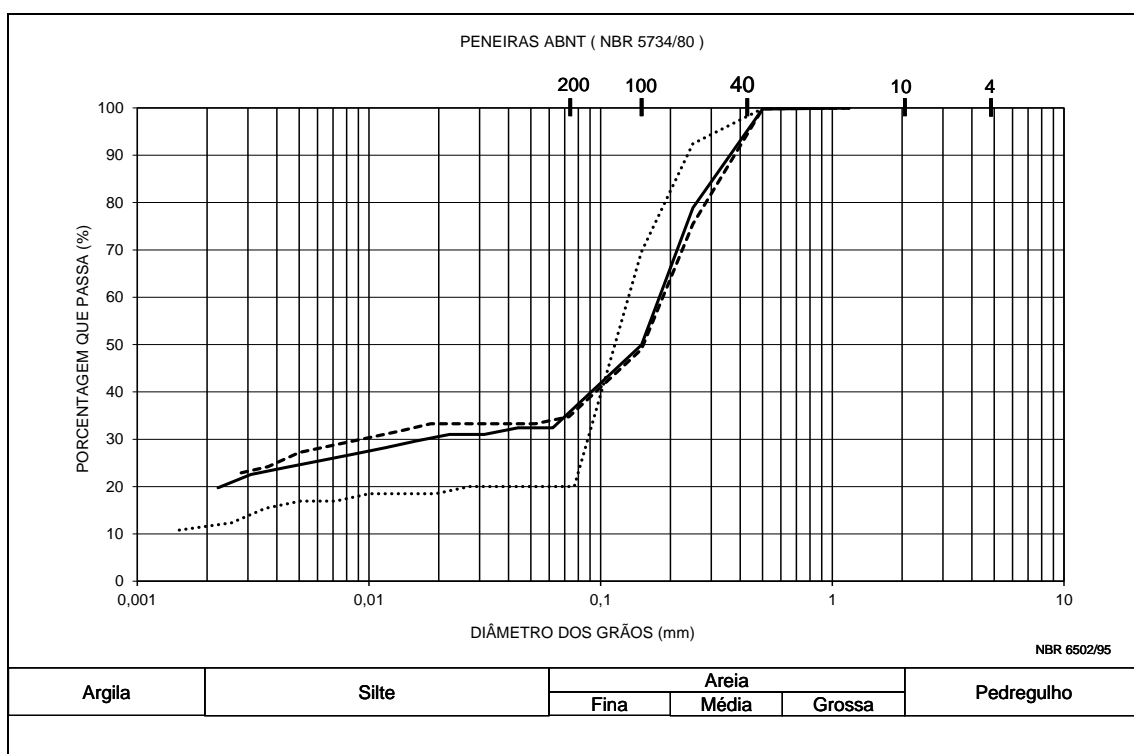


Gráfico 4 - Seção 3 de coleta de solo na nascente 2, Piquirivaí, Campo Mourão - PR. Profundidade: 10 cm —, 30 cm --, 60 cm

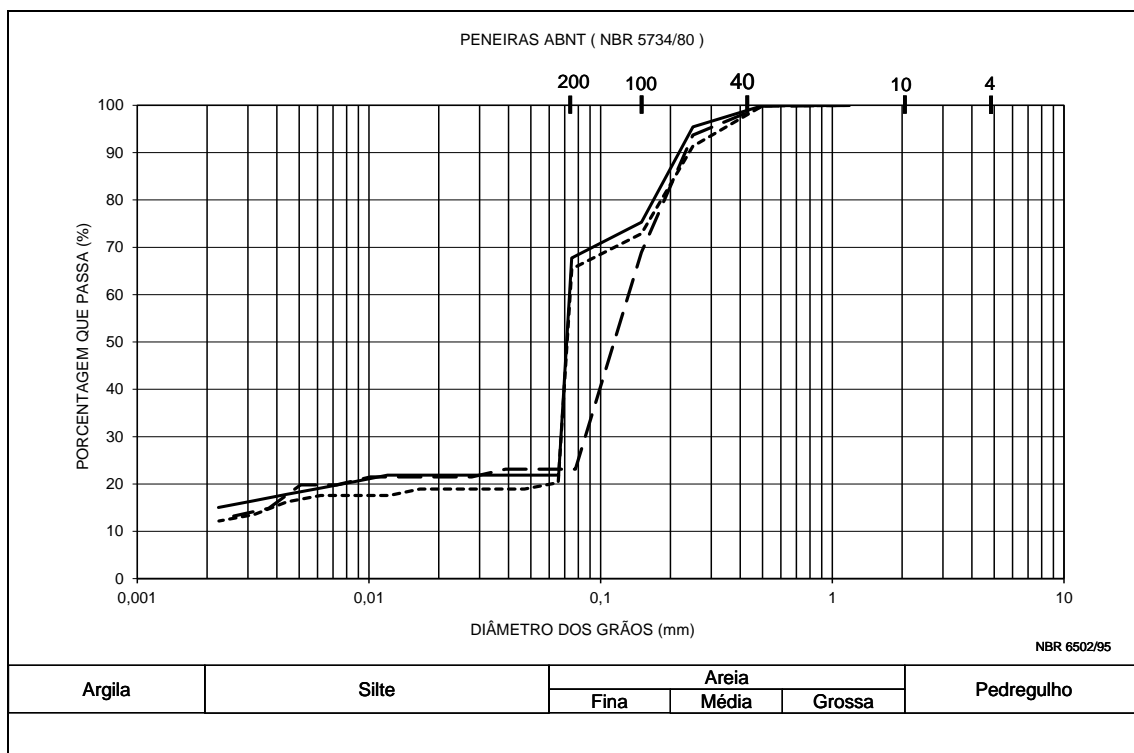


Gráfico 5 - Seção 4 de coleta de solo na nascente 2, Piquirivaí, Campo Mourão - PR. Profundidade: 10 cm —, 30 cm ···, 60 cm —

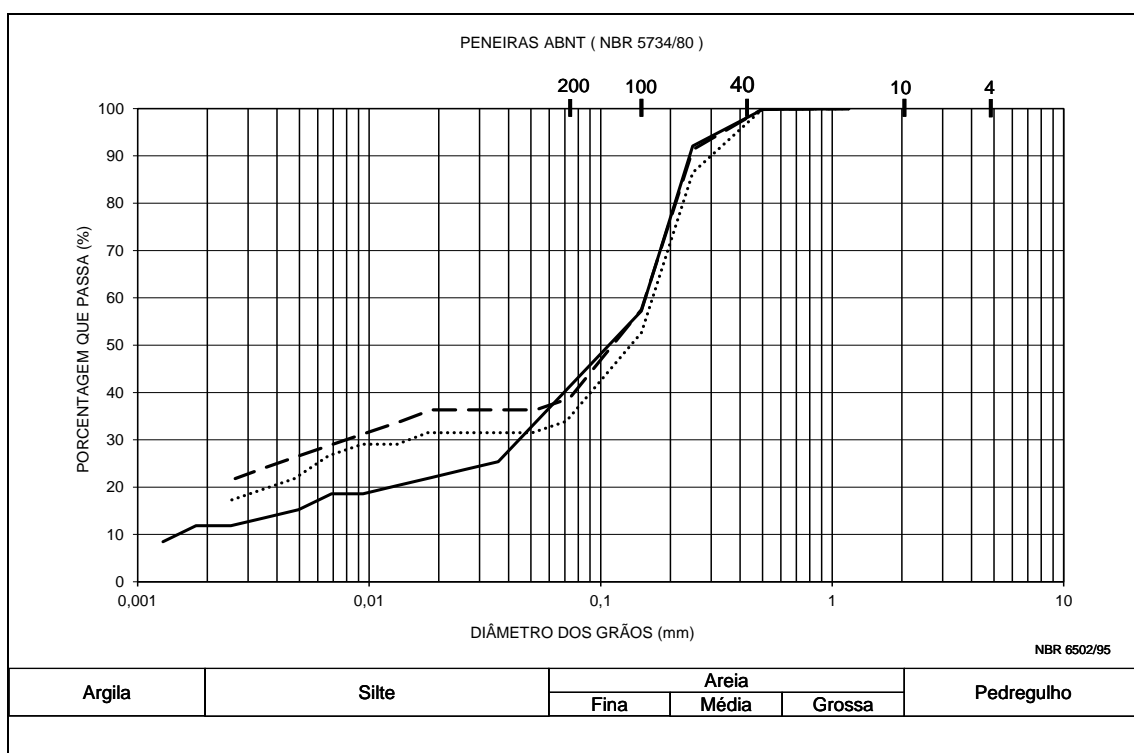


Gráfico 6 - Seção 5 de coleta de solo, profundidade: 10 cm —, 30 cm ···, 60 cm —