

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNESP - CAMPUS PRESIDENTE PRUDENTE

EVERTON HENRIQUE GONÇALES CARDOSO

FRAGILIDADE AMBIENTAL E AÇÕES DE EDUCAÇÃO EM BACIAS
HIDROGRÁFICAS: O CASO DO RIBEIRÃO NEGRINHA - SP

Presidente Prudente - SP
2017

EVERTON HENRIQUE GONÇALES CARDOSO

FRAGILIDADE AMBIENTAL E AÇÕES DE EDUCAÇÃO EM BACIAS
HIDROGRÁFICAS: O CASO DO RIBEIRÃO NEGRINHA - SP

Dissertação de Mestrado Profissional
apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Geografia da Universidade Estadual Paulista
Júlio de Mesquita Filho FCT/UNESP –
Presidente Prudente como requisito para a
obtenção do título de Mestre em Geografia.
Orientadora: Profa. Dra. Isabel Cristina Moroz-
Caccia Gouveia.

Presidente Prudente - SP
2017

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

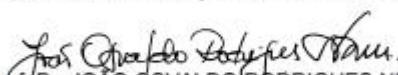
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Fragilidade ambiental e ações de educação em bacias hidrográficas: o caso do Ribeirão Negrinha - SP

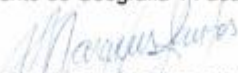
AUTOR: EVERTON HENRIQUE GONCALES CARDOSO

ORIENTADORA: ISABEL CRISTINA MOROZ CACCIA GOUVEIA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em GEOGRAFIA, área: Produção do Espaço Geográfico pela Comissão Examinadora:


Prof.ª. Dra. ISABEL CRISTINA MOROZ CACCIA GOUVEIA
Departamento de Geografia / FCT/UNESP/Presidente Prudente (SP)


Prof. Dr. JOÃO OSVALDO RODRIGUES NUNES
Departamento de Geografia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - FCT/UNESP


Prof. Dr. CAIO AUGUSTO MARQUES DOS SANTOS
Campus de Rondonópolis / Universidade Federal de Mato Grosso

Presidente Prudente, 05 de dezembro de 2017

Cardoso, Everton Henrique Gonçalves.

C261f Fragilidade ambiental e ações de educação em bacias
hidrográficas: o caso do Ribeirão Negrinha - SP / Everton Henrique
Gonçalves Cardoso. - Presidente Prudente : [s.n.], 2017

xvii, 119 f.

Orientadora: Isabel Cristina Moroz-Caccia Gouveia

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual
Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia

Inclui bibliografia

1. Fragilidade ambiental. 2. Processos erosivos. 3. Educação
ambiental. I. Gouveia, Isabel Cristina Moroz-Caccia. II. Universidade
Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

*Ao meu Pai, o saudoso Seu Cardoso, que perdi dolorosamente ao longo desta
batalha.*

*À minha Mãe, Dona Dolores, pela força e amor em todos os momentos de minha
vida.*

*À minha Mulher, Ana Cláudia, pelo amor e simplicidade na condução de nossa
família.*

À minha filha, Livia, o grande amor de nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao Criador, pelo dom da vida!

Inúmeras pessoas são decisivas na construção de uma vida pessoal, acadêmica e na realização de uma pesquisa. Aos meus familiares, por toda a base necessária para que eu trabalhe, estude, trabalhe um pouco mais, me ausente. Enfim, obrigado, muito obrigado.

Ao meu irmão, William, pelos ideais e apoio ao sonho de ser um unespiano.

À minha sobrinha, Maria Clara, pelo companheirismo.

Ao meu primo Miro, pelas inspirações e auxílios no entendimento da área de estudo.

Aos meus amigos, de todas as etapas da vida, pela ajuda na construção de uma história. Os Lamas (meus padrinhos irmãos Arthur, Carlos, Leonardo, Rafael e Vinícius, bem como às respectivas esposas), Os Cornetas, A Espinha Dorsal, a Turma das Antigas, a galera da ETEC, professores e funcionários das escolas, enfim, me considero privilegiado por ser cercado de pessoas muito especiais.

Ao meu “irmão” Leonardo e sua esposa Fabiana, pela eterna parceria e constantes ensinamentos.

Aos professores e funcionários da FCT – Unesp, assim como aos parceiros que colaboraram para que o Mestrado Profissional pudesse ocorrer, em especial os Comitês de Bacias envolvidos.

Aos colegas, muitos se tornando amigos, do Mestrado Profissional em Geografia. Minhas sextas e sábados com vocês foram extremamente especiais.

Desses amigos do Mestrado Profissional, destaco a querida Aline, pela prestatividade, paciência e carinho na orientação para os mapeamentos, além de participação em minha qualificação. Desejo o que há de melhor pra você!

Também merece agradecimento especial minha querida amiga Carolina Bugalho Kohori. Você foi mais que uma parceira de caronas. Dividiu angústias, histórias de vida, eternas revisões, formatações, construções de mapas, enfim... seu talento fez diferença, muita diferença! Obrigado, mana Carol!

Ao amigo Eduardo Pontes, pela correção do abstract.

Ao professor e amigo Tadeu, por toda a atenção na banca de qualificação.

Ao professor e amigo João Osvaldo, pela participação na qualificação, defesa, ensinamentos, exemplos, inspirações e experiências divididas.

Ao amigo e Prof. Dr. Caio Augusto. Ter você em minha banca de defesa é reviver muitas histórias e confirmar seu sucesso. Aliás, nunca duvidei dele. Você é merecedor, meu querido!

À Professora Nídia Pontuschka, pelo pronto atendimento quando solicitado e, mais do que isso, pela metodologia inspiradora.

Aos funcionários da Sabesp, em especial Fábio de Assis Silva e Celso Aparecido Loureiro, pelo sempre pronto atendimento na solicitação de informações.

À minha querida orientadora Isabel. Mais do que pelas orientações, pelo acolhimento e entendimento de minhas limitações, principalmente as de tempo disponível. Um grande abraço, professora, estendendo este ao querido Mariano. Vocês me mostraram uma combinação única de conhecimento com simplicidade, digna de elogios.

Aos amigos/escola ETEC Amim Jundi, uma instituição que me acolheu profissionalmente e auxiliou de todas as formas na execução deste trabalho. Inclusive, estendo o agradecimento ao Centro Paula Souza, pelo afastamento parcial concedido para a realização desta empreitada.

Um agradecimento especial ao professor, agrônomo e amigo Mário André, por todo o apoio, conhecimento e prestatividade na realização deste trabalho.

Aos alunos do curso técnico em Meio Ambiente, turma 2016/2017, pela parceria e apoio no projeto! Faço questão de nomeá-los: Pedro, Letícia, Laércio, Drena, Tiago, Lucas, Weksley, Peterson, Milena, Dione, Vanda, Zilda, Cícero, Célio, Thaís, João e Laís. Vocês são muito queridos e marcaram minha história.

“A Educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo”.

Nelson Mandela

e

“Pai, acaba logo pra gente brincar”.

Lívia, minha filha.

RESUMO

A presente pesquisa identificou os níveis de fragilidade ambiental do alto curso da bacia hidrográfica do Ribeirão Negrinha (Osvaldo Cruz e Parapuã/SP) aos processos erosivos e, mediante os resultados obtidos, promoveu ações de educação ambiental. Com base em Ross (1994), a aferição da fragilidade resultou do cruzamento dos subprodutos cartográficos curvatura da superfície, declividade do terreno, tipos de solo e uso e cobertura da terra. A produção do mapa de fragilidade foi realizado no SIG ArcGIS 10.3, com validação por meio de atividades de campo em dezenove pontos da bacia. O estudo revelou um ambiente com predominância das fragilidades média e forte, presentes em 49,81% e 43,25% da área, respectivamente. A identificação da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica aos processos erosivos deve subsidiar a adoção de medidas que promovam manejos mais adequados do uso da terra, seja para a atividade agropecuária e para a expansão da urbanização, seja para a definição de áreas protegidas. Desse modo, a produção de conhecimentos se estendeu à comunidade, visando o desenvolvimento de uma cultura conservacionista diante da ocupação do ambiente. Assim, na segunda etapa do trabalho, buscou-se articular/mobilizar os conhecimentos produzidos no mapeamento da fragilidade para o desenvolvimento de ações de educação ambiental, por meio de um projeto interdisciplinar junto ao curso Técnico em Meio Ambiente da ETEC Amim Jundi, Osvaldo Cruz-SP, ao longo do primeiro semestre de 2017. As atividades foram norteadas pela metodologia “Estudo do Meio” (PONTUSCHKA, PAGANELI E CACETE, 2007). O projeto contou com ações interdisciplinares em sala, visitas técnicas e oportunidades de avaliações, abordando variáveis componentes da aferição da fragilidade ambiental, a presença de impactos ambientais na bacia hidrográfica e a adoção de medidas conservacionistas. Por meio desta pesquisa, pretendeu-se potencializar os laços entre a pesquisa e o ensino, bem como fomentar uma educação ambiental que supere a representação do conhecimento como algo fragmentado e distante dos problemas dos alunos.

Palavras-chave: Fragilidade Ambiental. Processos Erosivos. Educação Ambiental. Estudo do Meio

ABSTRACT

The present study identified the levels of environmental fragility of the upper reaches of Negrinha River's basin (Osvaldo Cruz and Parapuã / SP) to erosive processes and, through the results obtained, promoted environmental education actions. Based on Ross (1994), fragility measurement resulted from mapping cross byproducts surface curvature, slope of terrain, soil types and land use and covering. The fragility map's production was made in SIG ArcGIS 10.3, with validation through field activities in nineteen points of the basin. The study revealed an environment with predominance of medium and strong fragilities present in 49.81% and 43.25% of the area, respectively. The identification of river basin environmental fragility to erosive processes should support the adoption of measures that promote better management of land use, either for agricultural activity and for the expansion of urbanization, or for definition of protected areas. Thereby, the production of knowledge was extended to community, aiming the development of a conservationist culture before environment's occupation. Thus, in the second stage of the research, we sought to articulate / mobilize the knowledge produced in mapping of fragility to development of environmental education actions, through an interdisciplinary project in the Environment's Technical Course on of ETEC Amim Jundi, Osvaldo Cruz -SP, during the first semester of 2017. The activities were oriented by the methodology "Environment Study" (PONTUSCHKA, PAGANELI and CACETE, 2007). The project included interdisciplinary actions in classroom, technical visits and assessment opportunities, addressing variables that are components of environmental fragility assessment, the presence of environmental impacts in the river basin, and the adoption of conservation measures. Through this study, it was intended to strengthen the links between research and teaching, as well as to promote an environmental education that surpasses the representation of knowledge as something fragmented and distant from students' problems.

Keywords: Environmental Fragility. Erosive Processes. Environmental Education. Environmental Study.

Lista de Figuras

Figura 1– Bacias do Aguapeí e Peixe e localização do Ribeirão Negrinha.	59
Figura 2 – A e B. Ribeirão Negrinha à jusante da captação da Sabesp; C. Vista aérea da área de captação.	76
Figura 3 – A. Pecuária e B. Processos erosivos em área de preservação permanente.	77
Figura 4 – A. Solos hidromórficos e B. Supressão de vegetação em APP.	77
Figura 5 – A. Escoamento superficial e B. Danificação de estradas rurais.	78
Figura 6 – A e B. Processos erosivos lineares em áreas de pastagens.	79
Figura 7 – A. Canavial cultivado em nível; B. Área de nascente em canavial.	80
Figura 8 – A, B, C e D. Pecuária e avanço dos processos erosivos.	81
Figura 9 – A. Estradas rurais com declive acentuado e B. Processos erosivos em pastagens.	82
Figura 10 – A. Carreamento de sedimentos em estradas rurais e B. Plantio de cana de açúcar em nível.	83
Figura 11 – Área destacada da nascente do Ribeirão Negrinha sem a delimitação e recuperação das APP's.	84
Figura 12 – A. Seringueiras e cafezais em nível e B. Presença de carreamento de sedimentos em áreas rurais.	85
Figura 13 – A e B. Solos hidromórficos e supressão de vegetação em APP.	85
Figura 14 – A. Processos erosivos em áreas de pastagens e B. Estradas sem adequadas medidas de conservação.	86
Figura 15 – A e B. Cana-de-açúcar em nível.	86
Figura 16 – A. Plantio de café em nível e B. Canavial (à esquerda) e café/eucalipto (à direita).	87
Figura 17 – A. Pastagem e B. Café cultivados em nível em áreas de topo de colina.	87
Figura 18 – A. Pastagem em nível; B. Cultura anual (mandioca).	88
Figura 19 – A. Silvicultura e B. Cultura anual (mandioca).	89
Figura 20 – Fragmentos de Floresta Estacional Semidecídua degradado.	89
Figura 21 – Fragmentos de Floresta Estacional Semidecídua.	90
Figura 22 – Apresentação do projeto interdisciplinar aos discentes envolvidos.	104
Figura 23 – Observação do espigão divisor entre as bacias do Aguapeí e Peixe (13/05).	110
Figura 24 – Orientações prévias para o desenvolvimento da visita em 28/05.	111
Figura 25 – Pontos visitados em atividade de campo do dia 28/05.	112

Figura 26 – Aplicação de avaliação no ponto 6.....	118
Figura 27 – Aplicação de avaliação no ponto 7.....	119
Figura 28 – Aplicação de avaliação no ponto 9.....	120
Figura 29 – Aplicação do simulado.	121
Figura 30 – Momento de orientação para elaboração de relatório em 28/06.	124
Figura 31 – Desenvolvimento da capa do relatório.	125

Lista de Mapas

Mapa 1 - Hidrografia do Alto Curso da Bacia do Ribeirão Negrinha.	60
Mapa 2 – Curvatura do terreno do Alto Curso da Bacia do Ribeirão Negrinha.....	66
Mapa 3 – Declividade do Alto Curso da Bacia do Ribeirão do Negrinha.....	68
Mapa 4 – Fragilidade do terreno do Alto Curso da Bacia do Ribeirão do Negrinha.....	69
Mapa 5 – Solos na Bacia do Ribeirão do Negrinha.....	71
Mapa 6 – Usos da terra e cobertura vegetal na Bacia do Ribeirão do Negrinha.....	72
Mapa 7 – Fragilidade Ambiental do Alto Curso da Bacia do Ribeirão Negrinha.....	74
Mapa 8 – Pontos de Análise da Fragilidade Ambiental - Bacia do Ribeirão do Negrinha.....	75

Lista de Quadros

Quadro 1 – Disciplinas, competências e bases tecnológicas correlatas à Fragilidade Ambiental – 1º Módulo.....	97
Quadro 2 – Disciplinas, competências e bases tecnológicas correlatas à Fragilidade Ambiental – 2º Módulo.....	98
Quadro 3 – Disciplinas, competências e bases tecnológicas correlatas à Fragilidade Ambiental – 3º Módulo.....	99
Quadro 4 – Projeto Interdisciplinar – Meio Ambiente – 1º Semestre de 2017.	101
Quadro 5–Ações desenvolvidas em sala/por componente ao longo do projeto	106
Quadro 6 – Aspectos observados, ponto a ponto, na visita técnica do dia 28/05/2017.	112
Quadro 7 – Menções para avaliações nas Escolas Técnicas – ETEC’s.	115
Quadro 8 – Questões para a avaliação em campo.	116
Quadro 9 – Aproveitamento nas avaliações de campo – ponto 6.	118
Quadro 10 – Aproveitamento nas avaliações de campo – ponto 7.	119
Quadro 11 – Aproveitamento nas avaliações de campo – ponto 9.	121
Quadro 12 – Quantidade de acertos no simulado multi / interdisciplinar (29/06).....	122
Quadro 13 – Questões e aproveitamento no simulado multi / interdisciplinar (29/06).....	123
Quadro 14 - Avaliação do relatório discente do projeto interdisciplinar.	125

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Classes e Categorizações do Mapa de Curvatura do terreno.	61
Tabela 2 – Classes e Categorizações do Mapa de Declividade.....	62
Tabela 3 – Classes e Categorizações do Mapa de Solos.	62
Tabela 4 – Classes e Categorizações do Mapa de Uso da Terra.	63
Tabela 5 – Curvatura do terreno na Bacia do Ribeirão Negrinha.....	66
Tabela 6 – Declividade do terreno na Bacia do Ribeirão Negrinha.	67
Tabela 7 – Fragilidade do terreno na Bacia do Ribeirão Negrinha.....	69
Tabela 8 – Solos na Bacia do Ribeirão Negrinha.....	70
Tabela 9 – Uso da Terra na Bacia do Ribeirão Negrinha.....	72
Tabela 10 – Fragilidade na Bacia do Ribeirão Negrinha.	73

Lista de Siglas

ANA: Agência Nacional das Águas
APP: Área de Preservação Permanente
ARA: sigla do componente curricular Avaliação de Riscos e Impacto Ambiental
B: Menção Bom
CEETEPS: Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
CESP: Companhia Energética de São Paulo
CETEC: Unidade de Ensino Médio e Técnico do Centro Paula Souza
DISA ETE: Divisão de Supervisão e Apoio às Escolas Técnicas Estaduais
DTB: sigla do componente curricular Desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso
ECO: sigla do componente curricular Ética e Cidadania Organizacional
Embrapa: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETE: Estação de Tratamento de Esgoto
ETEC: Escola Técnica Estadual
FEHIDRO: Fundo Estadual de Recursos Hídricos
FEPAP: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais
GQA: sigla do componente curricular Gestão e Qualidade Ambiental
I: Menção Insatisfatória
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ILPF: Integração Lavoura, Pecuária e Floresta
INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPT: Instituto de Pesquisas Técnicas
LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LEA: sigla do componente curricular Legislação Ambiental
MB: Menção Muito Bom
MP: Mestrado Profissional
MRV: sigla do componente curricular Manejo e Recuperação Vegetal
PAS: sigla do componente curricular Poluição Ambiental e Saúde Pública
PRA: Programa de Regularização Ambiental
R: Menção Regular
Sabesp: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SIG: Sistema de Informação Geográfica
SIRGAS: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SRTM: Missão Topográfica Radar Shuttle (acrônimo em Língua Inglesa)
TCC: Trabalho de Conclusão de Curso
TPP: sigla do componente curricular Tecnologia de Processos Agroindustriais
UCS: sigla do componente curricular Uso, Ocupação e Conservação do Solo II
UGRHIs: Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UHE: Usina Hidrelétrica
Unesp: Universidade Estadual Paulista
UTM: Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 JUSTIFICATIVAS E OBJETIVOS	20
2.1 Justificativas	20
2.2 Objetivo geral	21
2.3 Objetivos específicos	21
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
3.1 A Questão Ambiental	23
3.2 A visão sistêmica e a Questão Ambiental: algumas considerações	26
3.3 A Fragilidade Ambiental	29
3.3.1 A curvatura do terreno (da superfície ou terreno)	30
3.3.2 A declividade do terreno	31
3.3.3 Os solos	32
3.3.4 O uso e cobertura da terra	33
3.4 Erosões	35
3.4.1 Erosão e os fatores naturais	36
3.4.2 Erosão e fatores antrópicos	38
3.4.3 Medidas conservacionistas e corretivas	39
3.5 Água: contextualização na Questão Ambiental e desafios atuais	42
3.6 A bacia hidrográfica como unidade de estudo	45
3.7 Considerações sobre a educação	47
3.7.1 A educação técnica para o mundo do trabalho	47
3.7.2 A educação ambiental	53
3.7.3 O estudo do meio	56
4 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	59
4.1 Breve caracterização da área de estudo	59
4.2 Metodologia para o mapeamento da fragilidade	61
4.3 Metodologia para o desenvolvimento da ação de educação ambiental	63
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	65
5.1 A curvatura do terreno (superfície do terreno)	65
5.2 A Declividade do Terreno	67
5.3 A Fragilidade do Terreno	68
5.4 Os Solos	69

5.5 O uso da terra e a cobertura vegetal	71
5.6 A fragilidade ambiental aos processos erosivos	72
5.6.1 Ambientes de Fragilidade Muito Forte	75
5.6.1.1 Ponto 1 – Ribeirão Negrinha – Ponte próxima à captação da SABESP	75
5.6.1.2 Ponto 2 – Ribeirão Negrinha – Estrada Poloni/Poeit	76
5.6.1.3 Ponto 3 – Ribeirão Negrinha – Estrada das Três Pontes	77
5.6.2 Ambientes de Fragilidade Forte	78
5.6.2.1 Ponto 4 – Residencial Pitangueiras	78
5.6.2.2 Ponto 5 – Margem direita da Estrada da Negrinha – próximo à captação	79
5.6.2.3 Ponto 6 – Canavial da Usina Califórnia – Próximo ao Pesqueiro Poeit	80
5.6.2.4 Ponto 7 – Pecuária na Estrada Poloni–Poeit	80
5.6.2.5 Ponto 8 – Estrada das Três Pontes – Proximidades da Congregação Cristã	82
5.6.2.6 Ponto 9 – Canaviais do Bairro Três Pontes	83
5.6.2.7 Ponto 10 – Nascente do Ribeirão Negrinha	83
5.6.3 Ambientes de Fragilidade Média	84
5.6.3.1 Ponto 11 – Estrada da Negrinha - Km 1,64	84
5.6.3.2 Ponto 12 – Estrada da Negrinha – Km 7	85
5.6.3.3 Ponto 13 – Rodovia Assis Chateaubriand – Lado Oeste	86
5.6.3.4 Ponto 14 – Estrada do Poloni–Poeit	86
5.6.3.5 Ponto 15 – Vicinal Luiz Rovina – Km 6,2	87
5.6.3.6 Ponto 16 – Alto da Nascente da Negrinha	87
5.6.4 Ambientes de Fragilidade Fraca	88
5.6.4.1 Ponto 17 – Rodovia Assis Chateaubriand – Lado Leste	88
5.6.4.2 Ponto 18 – Estrada Poloni–Poeit	89
5.6.4.3 Ponto 19 – Trevo Vicinal Luiz Rovina – Assis Chateaubriand	90
5.7 Adoção de Medidas Conservacionistas	90
6 A FRAGILIDADE AMBIENTAL E A EDUCAÇÃO	93
6.1 A ETEC Amim Jundi	93
6.2 O Técnico em Meio Ambiente	94
6.3 A inserção da fragilidade ambiental como proposta de trabalho	96

6.4 A estruturação do projeto interdisciplinar	100
6.5 Desenvolvimento do projeto em sala	105
6.6 Desenvolvimento do projeto a partir de visitas de campo	108
6.7 Avaliação do projeto	114
6.7.1 Avaliação dissertativa/objetiva individual em campo	116
6.7.2 Simulado Multi/Interdisciplinar	121
6.7.3 Relatório em grupo	124
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	127
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	132

1 INTRODUÇÃO

A história do ser humano em suas múltiplas relações com os ambientes são marcados por uma lógica de apropriação. Desde o início dos tempos, seja para se proteger das intempéries, para se alimentar, se locomover, enfim, para reproduzir as mais diversas relações sociais, o homem se apropriou da natureza.

Contudo, nota-se que essa relação de domínio se tornou mais intensa nos últimos séculos, em especial nas sociedades conhecidas por uma lógica urbano-industrial. A natureza, entendida e resumida a um mero recurso, passa a ser quantificada e agredida de modo bastante intenso, em prol de um modelo exploratório bastante nocivo para o ambiente.

Entretanto, num ambiente entendido de modo sistêmico, dotado de fluxos de matéria e energia, é evidente que esse processo exploratório não ficaria impune. A escassez de recursos e a poluição de ambientes, entre tantas outras dinâmicas, são exemplos de que o modelo de sociedade observado coloca em risco sua própria lógica de exploração. Assim, de maneira muito recente, sobretudo a partir da segunda metade do século XX, emerge a chamada “crise ambiental”, fomentado debates que permitam a necessidade de um repensar nas relações entre a humanidade e seus habitats.

Das múltiplas discussões acerca de uma nova postura dos homens para com a natureza, destaca-se a proposta do chamado Desenvolvimento Sustentável, entendido como propostas que, simultaneamente, devem consorciar o bem estar atual à possibilidade de desenvolvimento das gerações futuras. Assim, os resultados foram múltiplos, desde ações que efetivamente repensaram as relações entre os seres humanos e o ambiente, a outras que não superaram um mero “rótulo verde”, com pouca contribuição efetiva para a sustentabilidade.

O ambiente acadêmico também se envolveu de maneira bastante intensa nos debates relacionados à Questão Ambiental. Foram inúmeras as ciências, métodos e metodologias que, de algum modo, buscaram colaborar para a superação de um modelo exploratório que insistia em entender como infinita uma natureza territorialmente (inclusive) limitada. Nessa perspectiva, destaca-se a abordagem sistêmica, compreendendo a produção do espaço a partir de múltiplas conexões, inter-relações, dependências e funcionalidades entre os componentes naturais e sociais.

Esse estudo sistêmico, integrado, relacional, sem prejuízo a outras formas de abordagem, se enquadra de maneira bastante produtiva na análise de bacias hidrográficas. Nos seus limites ficam evidentes os processos hidrológicos, geológicos, geomorfológicos e climatológicos que nela ocorrem, e, assim, colaboram para o entendimento das atividades socioeconômicas ali existentes, bem como as múltiplas relações possíveis entre todos estes processos.

Determinadas bacias hidrográficas, por sua capacidade de exploração como manancial, requerem ainda mais atenção nos modos como ocorre o uso e ocupação da terra. A supressão da cobertura vegetal nativa, somada a usos sem a observância de critérios e a adoção de medidas conservacionistas, potencializam o escoamento superficial da água em detrimento da infiltração, incorrendo no fortalecimento de processos erosivos, perda de solo e assoreamento de fundos de vale, comprometendo a captação e o abastecimento de água.

No Ribeirão Negrinha, em especial nas áreas compreendidas pelo alto curso do rio, localizadas nos municípios de Osvaldo Cruz e Parapuã, estado de São Paulo, ficam evidentes como a falta de planejamento adequado para a ocupação da bacia comprometem a quantidade e qualidade dos recursos hídricos disponíveis para a captação superficial.

Assim, ganham força estudos e práticas que compreendam os potenciais e limitações de uso da bacia, para que sua ocupação não comprometa o abastecimento de água, vital para aglomerados urbanos, atividades industriais e desenvolvimento da agropecuária na área em questão.

As paisagens possuem características específicas, resultados da combinação de variáveis como declividade, curvatura da superfície, tipos de solo e diferentes usos da terra. Portanto, acabam apresentando maior ou menor fragilidade aos processos erosivos, necessitando de cuidados pertinentes aos resultados observados.

Desse modo, por meio desta pesquisa, pretende-se identificar os níveis de fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Negrinha, em especial no seu alto curso, até a estação de captação da Sabesp, no Município de Osvaldo Cruz.

Para tanto, são norteadoras as contribuições de Ross (1994) na determinação da fragilidade de ambientes a processos erosivos, por meio da análise de aspectos do relevo, dos tipos de solo e dos modos de uso e ocupação da terra.

Igualmente, a partir dos resultados obtidos, objetiva-se desenvolver uma atividade de educação ambiental junto aos discentes do curso técnico em Meio Ambiente da Etec Amim Jundi – Osvaldo Cruz/SP, como forma de qualificar futuros profissionais que potencialmente atuarão junto à bacia.

Assim, parte-se da premissa que a produção de conhecimentos técnicos no ambiente acadêmico, somados à transposição didática para a comunidade, podem colaborar para o melhor entendimento da realidade vivida, fomentando a formação de sujeitos críticos, competentes e ativos na produção de ambientes efetivamente mais sustentáveis, nas mais diversas escalas.

2 JUSTIFICATIVAS E OBJETIVOS

2.1 Justificativas

O município de Osvaldo Cruz, com 32.593 habitantes (IBGE, 2016), já procura alternativas para enfrentar eventuais dificuldades no abastecimento de água para sua população, problemas estes que tendem a se agravar com o aumento de demanda de água no futuro, segundo informações de Celso Aparecido Loureiro, Encarregado Operacional, da Sabesp de Osvaldo Cruz¹.

Conforme dados fornecidos pela própria companhia de abastecimento público, o número aproximado de unidades consumidoras atendidas pela empresa no município, em 2015, é de 11.538. A demanda média para o mesmo ano é de 286 m³/h (6.800 m³/dia).

Segundo projeções, para 2022, o número de unidades consumidoras saltará para 12.893, e a demanda para atender essa nova realidade prevista deverá ser de aproximadamente 319 m³/h (7.600 m³/dia).

Em entrevista¹ com Fábio de Assis Silva, Gerente Geral, e Celso Aparecido Loureiro, Encarregado Operacional, ambos funcionários da Sabesp de Osvaldo Cruz, foram levantados dados importantes para o entendimento da situação hídrica no município.

Atualmente, o Ribeirão Negrinha fornece um volume médio de 300 m³/h. Em alguns casos, nos picos extremos de consumo, geralmente observados em momentos de temperaturas atmosféricas elevadas, preferencialmente às sextas e sábados, a captação pode chegar a 400 m³/h. Segundo os funcionários já mencionados, os montantes se aproximam da outorga concedida à empresa para operar no município. Inclusive, em razão disso, a Companhia já perfurou um poço de 200 metros de profundidade, na Av. Estados Unidos, próximo à rotatória do Cristo, com capacidade de produção média de 30 m³/hora. Ainda, um novo poço foi perfurado próximo ao bairro rural Ponte Seca, com capacidade de produção média de 50 a 60 m³/h, contudo, aguarda liberações burocráticas ligadas à energia elétrica para o funcionamento. Outro também será perfurado em propriedade rural próxima ao Residencial Monte Líbano.

¹ Entrevista realizada no dia 06/02/2015, no prédio sede da Companhia Sabesp em Osvaldo Cruz, com informações atualizadas e ratificadas em 04/04/2017.

A realização de captação de águas profundas em colaboração à captação superficial junto ao Ribeirão Negrinha demonstra a necessidade de preocupação com o manancial, que acaba sentindo o aumento da demanda no município. As medidas conservacionistas na microbacia tornam-se, deste modo, prática extremamente relevante para a população do município.

Nessa perspectiva, percebe-se que o assoreamento dos mananciais hídricos e, conseqüentemente, da lagoa de captação, estão intimamente ligados a duas dinâmicas, sendo: inobservância das APP's (Áreas de Preservação Permanente) e suas respectivas coberturas ripárias ao longo das margens do Rio Negrinha e seus afluentes; e incorreções na implantação das culturas agrícolas e no manejo da terra e dos solos.

Diante disso, a melhoria nas condições ambientais desta microbacia passa pelo adequado uso dos solos e pela observação adequada da legislação vigente no tocante à delimitação e observação das APP's, amparadas, por exemplo, pelo Código Florestal, pela Lei Estadual 9866/97 (dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo) e a Lei 15684/2015 (dispõe sobre o Programa de Regularização Ambiental - PRA das propriedades e imóveis rurais) entre outras.

2.2 Objetivo geral

Identificar os níveis de fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Negrinha aos processos erosivos e, a partir dos resultados obtidos, promover ações de educação ambiental.

2.3 Objetivos específicos

- Elaborar mapas temáticos de declividade, curvatura do terreno (superfície do relevo), tipos de solo e uso e cobertura da terra do curso superior da bacia hidrográfica do Ribeirão Negrinha;
- Elaborar um mapa de fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Negrinha (curso superior), com base na metodologia de Ross (1994);
- Efetuar levantamento de paisagens com diferentes níveis de

fragilidade e suas atuais condições de uso e ocupação da terra;

- Apresentar propostas de medidas conservacionistas adequadas às diferentes fragilidades ambientais observadas;

- Promover ação de educação ambiental, em especial junto aos alunos do curso técnico em Meio Ambiente da Etec Amim Jundi – Osvaldo Cruz/SP.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A Questão Ambiental

A história dos seres humanos e suas interações com o ambiente são marcadas por uma lógica de apropriação. Majoritariamente, desde as primeiras civilizações, com intensidades diferentes, o ser humano, ao se alimentar, construir abrigos, locomover-se entre outros, enxergou nos recursos naturais as soluções para as suas necessidades (BRAGA, 2005).

Contudo, as intensidades desse processo de interação/apropriação foram muito diferentes ao longo do tempo. Poting (1995) resgata a existência de grupos que, por suas características peculiares, viviam uma relação de harmonia mais estreita com o ambiente. Os danos, pouco expressivos aos ambientes naturais, estavam basicamente relacionados à caça, pastoreio e pequenas colheitas.

No entanto, com o tempo, surge a geração do excedente, a evolução da agricultura, a urbanização, a clara divisão de função entre indivíduos, todos estes aspectos que transformam as sociedades, tornando-as mais complexas, assim como suas respectivas relações com o ambiente.

Ainda nesse enfoque, autores como Leff (2001), Branco (2003) e Mantovani (2007), explicitam que essa mudança de postura entre o ser humano e o ambiente foi marcada por uma perspectiva mecanicista e utilitarista, na qual o primeiro não se sente mais pertencente ao segundo, mas sim hierarquicamente propõe uma relação de subserviência.

Gonçalves (2000) também problematiza ao questionar a ideia de uma natureza objetiva como algo exterior ao homem, que se vê como não-natural, processo amplamente cristalizada com o processo de evolução do Capitalismo.

Igualmente, Santos (1994), enfatiza que a história do homem no planeta é marcada por rupturas entre o homem e seu entorno. Em outras palavras, o ser humano mecaniza as relações, cerca-se de instrumentos e propõe a dominação.

Desse modo, nota-se que a evolução da sociedade está intimamente associada ao modo como ela se relacionou e incorporou recursos naturais, que, conforme define Venturi (2006, p.15-16) podem ser entendidos como “qualquer elemento ou aspecto da natureza que esteja em demanda, sendo usado ou passível de uso, direta ou indiretamente, pela atividade humana”.

Complementando a definição do amplo e abrangente tema/conceito recurso natural, cabem as definições de Gouveia (2010, p. 12-13) que os distinguem em duas grandes categorias, o seja, os renováveis- aqueles que, mantidas mínimas condições para o restabelecimento, são repostos pela ação da própria natureza, como a água, o ar, os vegetais etc.) - e os não renováveis - existentes em quantidades limitadas, frutos de processos temporalmente muito longos, mesmo de milhões ou bilhões de anos, com velocidade de reposição incompatíveis com o tempo da natureza, muito menos da sociedade.

Diante dessas reflexões, nota-se que um grande conjunto de preocupações reduzem o ambiente à lógica do consumo, o que faz da natureza um recurso passível de exploração. E, inegavelmente, esse modelo traz à tona uma série de situações insustentáveis.

Conforme destacou Gouveia (2010, p.35), as sociedades modernas se organizam majoritariamente dentro de uma lógica urbano/industrial/capitalista amparada por princípios de extração, produção, distribuição, consumo e lixo, e, esta, tende a reduzir a natureza à condição de mercadoria.

Cada uma das fases dessa lógica apropria-se de fontes de energia, relações e formas de trabalho, capitais investidos e, principalmente, de pessoas envolvidas em todo o processo. E, a partir dessas interações, promovem o almejado progresso e desenvolvimento da sociedade que, paradoxalmente, são geradores de poluição, crises de abastecimento, desigualdade social, geração de resíduos, gargalos produtivos entre outros.

Assim, multiplicam-se os exemplos que confirmam os equívocos de se propor uma economia infundável diante de um ambiente que possui restrições, promovendo esgotamento e perda de patrimônios naturais, geração de volumes substanciais de resíduos, intensa degradação ambiental e comprometimento da capacidade de desenvolvimento das gerações futuras (GOUVEIA, 2010).

Diante dessa relação de dependência e de todos os interesses envolvidos, a utilização de recursos naturais, a preservação de florestas, a recuperação de diversas dinâmicas ecossistêmicas, a utilização de fontes alternativas de energia, a economia de matérias-primas, a implementação de modelos de consumo mais eficientes e a geração de sociedades mais justas/sustentáveis, entre outros, são debates recorrentes dentro da Questão Ambiental.

Grandes conferências internacionais, acordos, protocolos, legislações nacionais e supranacionais discorrem sobre a necessidade da Sociedade compreender e atuar sob novas perspectivas ante à Questão Ambiental.

Em 1987, foi publicado o Relatório Brundtland, concebido a partir de uma relação holística e complexa dos problemas socioeconômicos e ecológicos da sociedade, bem como suas múltiplas interações com a economia, política e tecnologia. A partir disso, propõe que o desenvolvimento, para ser sustentável, deve atender às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades.

Contudo, diversos autores questionam o modo como este conceito vem sendo incorporado e reproduzido. Brügger (1984 apud LEITE 2009) destaca que a expressão pode ser utilizada para omitir, por meio do que chama de “maquiagem verde”, as mesmas estruturas que vem causando a degradação da natureza. Ainda, Herculano (1992) apud Leite(2009) salienta que a ideia de desenvolvimento predominante é o de crescimento da produção/produtividade, da acumulação e da inovação técnica, sem a efetiva alteração das relações sociais.

Conforme salienta Gouveia (2010, p. 35), vivemos em um sistema que, visto de forma linear, tende ao colapso. Trata-se de uma grande estrutura geradora de degradação, esgotamento, resíduos, desperdícios diversos, desigualdade social e perda de qualidade de vida, que carece de superação

Por isso, cresce a necessidade de se repensar práticas e atividades humanas que efetivamente atuem em conformidade com a sustentabilidade. E, inegavelmente, isso passa por entender que a Questão Ambiental possui origem no próprio homem e somente mudanças na concepção de mundo deste fará com que a sobrevivência de futuras gerações seja garantida. Conforme salienta Morin (2011),

Estamos comprometidos, na escala da humanidade planetária, com a obra essencial da vida, que é resistir à morte. Civilizar e solidarizar a Terra, transformar a espécie humana em verdadeira humanidade torna-se o objetivo fundamental e global de toda educação que aspira não apenas ao progresso, mas à sobrevivência da humanidade. A consciência de nossa humanidade, nesta era planetária, deveria conduzir-nos à solidariedade e à comiseração recíproca, de indivíduos para indivíduo, de todos para todos. A educação do futuro deverá ensinar a ética da compreensão planetária. (MORIN, 2011, p. 68).

Por fim, de acordo com Sachs (1986), o grande desafio reside em fomentar modalidades de crescimento que concatenem progresso social e o gerenciamento sadio dos recursos e do meio. Isso, seguramente, passa por mudanças realmente profundas no modo que se organiza a sociedade e a economia, carecendo da efetiva preocupação com as gerações futuras. Para tanto, cabe o reconhecimento e a atuação sobre as desigualdades sociais, a compreensão da degradação ambiental como algo pertinente aos atuais modelos exploratórios, bem como sua insustentabilidade ao longo do tempo, a necessidade de democratizar o acesso aos recursos, entre outros aspectos (GOUVEIA, 2010, p. 54-55).

3.2 A visão sistêmica e a Questão Ambiental: algumas considerações

Romper com grandes lógicas estabelecidas foi (e é) um árduo desafio de diferentes autores e correntes de pensamento. De acordo com Gouveia (2010),

Uma alternativa, talvez viável, consiste na transformação do modelo linear abordado até o momento, em um modelo sistêmico: sem desperdício de recursos e pessoas, sem a mentalidade de usar e jogar fora, e apoiado em princípios tais como a sustentabilidade, equidade, química verde, zero de resíduos, produção em ciclo fechado, energia renovável, economias solidárias etc. (GOUVEIA, 2010, p. 36).

Diversas ciências, em especial a Geografia, depositam esforços para compreender as relações entre ambiente e sociedade de maneira holística, reconhecendo e analisando de múltiplas formas as interferências das atividades humanas sobre as dinâmicas naturais. Embora não de maneira homogênea, pode se dizer que, o espaço geográfico, conforme salienta Corrêa (2007) é um campo de atuação de destaque da Geografia. Segundo o autor,

Eis o espaço geográfico, a morada do homem. Absoluto, relativo, concebido como planície isotrópica, representado através das matrizes e grafos, descrito através de diversas metáforas, reflexo e condição social, experiência do de diversos modos, rico em simbolismos e campo de lutas, o espaço geográfico é multidimensional. Aceitar esta dimensionalidade é aceitar as práticas sociais distintas que permitem construir diferentes conceitos de espaço. (CORRÊA, 2007, p. 44).

Dentre as diferentes abordagens acerca do estudo do espaço pela ciência geográfica, destaca-se aqui a proposta de abordagem SISTÊMICA. Esta, conforme salienta Ross (2006), compreende a intervenção humana, mas também todos os fluxos de matéria e energia peculiares ao ambiente em questão. Em outras palavras, o espaço será produzido a partir das múltiplas conexões, inter-relações, dependências e funcionalidades entre os componentes naturais e antrópicos (GOUVEIA, 2010, p.39).

Nos estudos ambientais, esta forma de nortear a entendimento das relações ganha força desde a década de 1930, com o fortalecimento de uma visão mais holística em detrimento de uma lógica mecanicista. O biólogo Ludwig Bertalanffy é um dos que apontam a necessidade de se reconhecer as interconexões para um entendimento mais complexo e efetivo do ambiente (CAPRA, 2006).

Ainda, destaca-se a concatenação de concepções outrora isoladas e que, em meados da década de 1930, deu origem ao conceito de Ecossistema, proposto por Arthur George Tansley. Contudo, é importante destacar, de acordo com Ross (2009), que este conceito atende, sobretudo, às vertentes da Ecologia, e sua natural preocupação com a vida animal e vegetal.

Ampliando esta perspectiva, e visando superar limitações pertinentes a modelos lineares difundidos até então, a Geografia, em especial a partir da década de 1960/70, emerge o conceito de Geossistema. A partir dele, os estudos isolados de componentes da natureza cedem espaço para compreensões das estruturas funcionais, dinâmicas, enfim, uma visão mais integrada dos diferentes elementos componentes da paisagem. Merecem destaque os estudos de Sotchava (1960) e Bertrand (1972). Mais tarde, esse conceito foi alvo de inúmeros questionamentos e evoluções, sobretudo para melhor inserir fatores econômicos e sociais nas relações e resultados propostos, conforme destacou Monteiro (2000). Essa evolução permite que o conceito se solidifique como elemento de integração na síntese geográfica, promovendo interdisciplinaridade e caráter holístico na compreensão do ambiente. Assim, permitem múltiplas avaliações e prognoses relevantes ao planejamento ambiental.

Destaca-se, também, na abordagem ecodinâmica, as contribuições de Tricart (1977). Segundo o autor, o sistema pode ser entendido como um conjunto de fenômenos que se processam a partir de fluxos de matéria e energia, gerando uma relação de dependência mútua entre os fenômenos.

Nesse sentido, cabe reconhecer, em um sistema, a matéria (material que vai sendo mobilizado ao longo do sistema), a energia (forças que fazem o sistema funcionar) e a estrutura (o arranjo formado pelos elementos e suas relações). (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A partir disso, os sistemas perpassam a ideia da soma de seus componentes, pois essas combinações geram situações peculiares, com dinâmicas próprias. Daí a necessidade, para sua compreensão, de se identificar os elementos que o compõem, suas funções e como se dão as relações. (TRICART, 1977, p.19).

Tricart (1977), em sua obra “Ecodinâmica”, traz importantes contribuições para a aplicação da abordagem sistêmica na compreensão das relações ambientais. Para o autor, as unidades ecodinâmicas são caracterizadas por certa dinâmica do meio ambiente, com reflexos mais ou menos imperativos sobre as biocenoses, ou seja, sobre a comunidade biológica.

Assim, de acordo com Tricart (opcit) a ideia de unidade ecodinâmica se integra à de ecossistema, não para inventariá-lo ou meramente descrevê-lo, mas para compreender suas múltiplas relações, auxiliando no entendimento de como as relações humanas interferem no ambiente.

Ainda, de acordo com Tricart (1977, p.36-53), ao se observar os fluxos de matéria e energia nos ambientes, torna-se possível o reconhecimento de três categorias de unidades ecodinâmicas, sendo:

- Unidades ecodinâmicas estáveis: ambiente natural relativamente preservado, com certa manutenção dos processos que regem os fluxos de matéria e energia, incorrendo em equilíbrio dinâmico. De maneira geral, apresentam cobertura vegetal significativamente fechada, dissecação moderada, com vertentes em lenta evolução, ausência de movimentações tectônicas capazes de gerar paroxismos morfodinâmicos de aspectos mais ou menos catastróficos, entre outros;

- Unidades ecodinâmicas intergrades: áreas de transição entre unidades estáveis e instáveis. Apresentam processos morfogenéticos e pedogenéticos, simultaneamente e em locais muito próximos;

- Unidades ecodinâmicas fortemente instáveis: a morfogênese destaca-se como o elemento predominante da dinâmica e fator determinante do sistema natural, tendo os demais subordinados a ele. Pode ser gerada por questões

geodinâmicas, com destaque para o tectonismo, ou mesmo pela instabilidade climática/manifestações meteorológicas extremas.

3.3 A Fragilidade Ambiental

O processo erosivo consiste na remoção e transporte do material intemperizado. Os principais tipos de erosão que ocorrem no Brasil são: erosão pluvial, pela ação das gotas d'água das chuvas; erosão fluvial, pelas águas dos rios; e movimentos de massa, pela força da gravidade e da água, desprendendo e transportando o solo vertente abaixo (FLORENZANO, 2008). A erosão é um processo natural que influencia na dinâmica da superfície terrestre (carreamento e deposição de sedimentos, por exemplo). Esse processo é influenciado por diversos fatores como clima, intensidade e distribuição das chuvas, tipo de solo e topografia (DEMARCHI, 2012).

Mediante todo esse contexto, sobretudo baseado no conceito de Unidades Ecodinâmicas de Tricart (1997), merecem destaque as contribuições de Jurandyr Sanches Ross (1990, 1994, 1996), ao propor a análise da fragilidade dos ambientes.

Essa linha de preocupação da Geomorfologia aplicada ao Planejamento Ambiental parte da premissa que os recursos naturais devem ser utilizados pela sociedade obedecendo critérios técnicos e científicos, amparados por um viés conservacionista. Assim, consideram-se, simultaneamente, as potencialidades dos recursos naturais e as fragilidades inerentes a cada um.

A estabilidade (equilíbrio dinâmico) e a instabilidade (desequilíbrio) propostas por Tricart são as bases para que Ross inserisse novos critérios. Assim, Ross (1994) apresenta:

- Unidades ecodinâmicas fortemente instáveis: aquelas cujas intervenções antrópicas modificaram intensamente os ambientes naturais através dos desmatamentos e práticas de atividades econômicas diversas;
- Unidades ecodinâmicas estáveis: aquelas que estão em equilíbrio dinâmico e foram poupadas da ação humana, encontrando-se portando em seu estado natural.

Contudo, com vistas a ampliar essa leitura e permitir seu uso no Planejamento Ambiental, Ross (1994) passa a entender as Unidades ecodinâmicas

instáveis ou de instabilidade emergente em vários graus, em variações de muito fraca a muito forte. Igualmente, analisou as unidades ecodinâmicas estáveis, reconhecendo nelas instabilidades potenciais qualitativamente previsíveis em razão de suas características naturais, bem como pela constante possibilidade de ação antrópica.

Para tanto, conforme Ross (1994), a análise empírica da fragilidade dos ambientes exige o entendimento de elementos do relevo, sub-solo, solo, uso da terra e clima. O levantamento/relacionamento dessas informações dá-se pela associação de levantamentos de campo e serviços de gabinete, possibilitando a geração de produtos cartográficos temáticos e respectivos relatórios que, ao categorizar hierarquicamente a fragilidade dos ambientes, tornam-se importantes instrumentos para o planejamento agrícola e diferentes formas de uso da terra, práticas conservacionistas, entre outros.

A metodologia de análise da fragilidade proposta por Ross (1994) considera caminhos diferentes de acordo com a escala de análise. Para as médias e pequenas escalas (1:100.000, 1:250.000, por exemplo) analisa-se os padrões de forma do relevo com a rugosidade topográfica ou os índices de dissecação do relevo, verificados a partir da matriz do índice de dissecação. Já para escalas maiores, com maior nível de detalhe, (1:50.000, 1:25.000, 1:2.000, por exemplo), observam-se as formas das vertentes (convexas, côncavas e retilíneas), bem como a classe de declividade. Ressalta-se que, para a presente pesquisa, em razão da escala de análise (1:50.000), torna-se mais adequada a segunda opção (forma das vertentes e classes de declividade).

3.3.1 A curvatura do terreno (da superfície ou terreno)

De acordo com Guerra (1993) as vertentes são definidas como planos de declives que divergem das cristas enquadradas no vale. Em outras palavras, de acordo com Veloso (2002) pode ser entendida como um elemento da superfície terrestre inclinado em relação à horizontal, que representa um gradiente e uma orientação no espaço. Assim, podem ser classificadas de acordo com sua curvatura no plano ou em perfil.

No caso da curvatura no plano, considera-se a taxa de variação da declividade na direção ortogonal à da orientação da vertente, ligando-se ao caráter divergente/convergente do terreno. Já a curvatura no perfil refere-se à taxa de

variação da declividade na direção de sua orientação e está vinculada ao caráter convexo/côncavo do terreno. Assim, é decisiva na aceleração ou desaceleração do fluxo de água sobre este.

O entendimento das vertentes, passando por suas formas, são essenciais para o planejamento ambiental. A falta dessa compreensão, por outro lado, pode causar problemas relacionados ao comportamento hidrodinâmico (escoamento superficial e infiltração), gerando erosões, deslizamentos ou queda de barreiras. Assim, é necessário que se faça uma descrição cuidadosa das formas das vertentes, permitindo compreender as implicações de seu uso a curto e longo prazo (NUNES, 2005).

De acordo com a metodologia proposta, a forma das vertentes gera maior ou menor grau de fragilidade. Do menor para o maior estão as vertentes retilínea, convexa e côncava, respectivamente. Essa perspectiva é confirmada por Silva et al. (2007) ao considerar que, na dinâmica das encostas, as formas geométricas côncavas são zonas preferenciais para ocorrência de processos erosivos, em razão da convergência dos fluxos d'água, acelerando a ruptura entre materiais de diferentes características.

3.3.2 A declividade do terreno

Para se verificar a fragilidade dos ambientes também é extremamente importante o levantamento das declividades do terreno, estas, por sua vez, agrupadas em intervalos de classes já consagrados nos estudos de capacidade de uso/aptidão agrícola, associados com valores limites críticos da geotecnia, indicativos respectivamente do vigor dos processos erosivos, dos riscos de escorregamentos/deslizamentos e inundações frequentes (ROSS, 1994).

Em razão da escala do estudo a ser realizado, escala grande, com maior grau de detalhamento, são adotadas as seguintes categorias hierárquicas definidas por Ross (1994): 0 a 6%: fragilidade muito fraca; 6 a 12%: fragilidade fraca; 12 a 20%: fragilidade média; 20 a 30%: fragilidade forte; e acima de 30%: fragilidade muito forte.

Ressalta-se que o referencial morfométrico também pode ser observado a partir dos índices de dissecação (ROSS, 1992), baseados na relação de densidade de drenagem/dimensão interfluvial média para a dissecação no plano horizontal e nos graus de entalhamento dos canais de drenagem para a dissecação no plano vertical.

Contudo, essa metodologia se aplica a estudos em escalas médias e pequenas, não sendo o caso na presente pesquisa.

Assim, a partir do cruzamento de informações relativas à curvatura do terreno e a declividade tem-se o cálculo da fragilidade do terreno, produto intermediário importante para a verificação da fragilidade ambiental da área em questão.

3.3.3 Os solos

De acordo com Diamond (2007)*apud* Castro e Hernani (2015), os solos, e mais especificamente a Pedosfera, é a zona de interação de todos os demais componentes da Geosfera (Atmosfera, Hidrosfera, Litosfera e Biosfera). Assim, é um recurso natural integrado aos demais componentes, sendo importante avaliar seus potenciais de uso bem como suas limitações ou fragilidades frente às ações antrópicas para que possam ser utilizados da melhor forma ou, se for o caso, preservados.

Na determinação da fragilidade, são observadas diversas características dessa variável, tais como a textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas, e profundidade/espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais. Estas características, de acordo com Ross (1994), estão intimamente associadas com o relevo, os aspectos litológicos e o clima, elementos geradores da pedogênese, e por consequência, determinantes das características físicas e químicas dos solos.

Mediante um grande conjunto de estudos, experiências e contribuições de outros autores, Ross (1994), apresenta classes de fragilidade ou de erodibilidade dos solos², a partir do escoamento superficial difuso e concentrado das águas pluviais. Desse modo, agrupam-se:

- Fragilidade muito baixa: Latossolos roxo³, vermelho escuro⁴ e vermelho amarelo de textura argilosa;

² As classes de solos citadas por Ross (1994) estão de acordo com o antigo sistema de classificação dos solos, anterior à 1999, quando passou a ser adotado o SiBCS (Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos), desenvolvido pela Embrapa, publicado em 1999, com atualização em 2005.

³ Atualmente classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico típico argiloso e muito argiloso

⁴ Atualmente classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico argiloso e muito argiloso

- Fragilidade baixa: Latossolo amarelo e vermelho amarelo de textura média/argilosa⁵;
- Fragilidade média: Latossolo vermelho amarelo, Terra Roxa⁶, Terra Bruna, Podzólico Vermelho-amarelo de textura média/argilosa⁷;
- Fragilidade forte: Podzólico vermelho-amarelo de textura média/arenosa, cambissolos.
- Fragilidade muito forte: Podzolizados com cascalho, Litólicos e Areias Quartzênicas⁸.

Ainda, igualmente importante é compreender a fragilidade/erodibilidade em situações distintas, no caso, escoamentos difusos ou concentrados, podendo fazer, por exemplo, com que os padrões de fragilidade sejam diferentes. Daí a necessidade das observações de campo e o levantamento dessas peculiaridades.

3.3.4 O uso e cobertura da terra

Outro produto igualmente importante para a determinação da fragilidade ambiental é o mapa de uso da terra e cobertura vegetal. Para tanto, Ross (1994) propõe, na ocasião da publicação, dois caminhos distintos de acordo com a escala de abordagem. Para escalas médias e pequenas (1:50.000 a 1:500.000), o trabalho pode ser feito por meio da interpretação de imagens de satélite e, nas escalas maiores (1:2.000 a 1:25.000), com a interpretação de fotografias aéreas.

Contudo, é importante ressaltar que atualmente existem novos recursos disponíveis para a caracterização do uso e cobertura da terra. Em escalas maiores, por exemplo, imagens de satélites com resoluções espaciais bastante significativas permitem a interpretação de usos da terra com excelente grau de detalhamento e precisão.

Ross (1994) propõe a identificação de diferentes usos da terra. Entre outros aspectos, essa diferença de cobertura ganha destaque pelo fato de gerarem maiores ou menores perdas de solo. Marques et al. (1961) *apud* Ross (1994)

⁵ Atualmente classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico textura média.

⁶ Atualmente classificado como Nitossolo Vermelho Distrófico típico argiloso e muito argiloso

⁷ Atualmente classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico argiloso e muito argiloso

⁸ Atualmente classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico

destacam que matas naturais ou áreas com pastagem natural conservadas incorrem em menores perdas de solo que ambientes com cultivo de culturas anuais, por exemplo.

Assim, de acordo com Ross (1994), notam-se os seguintes graus de proteção e seus respectivos tipos de cobertura vegetal:

- Grau de proteção muito alto: Florestas, matas naturais (nelas incluindo as matas de galerias e formações ripárias), florestas cultivadas com biodiversidade;
- Grau de proteção alto: Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso, formações arbustivas densas (mata secundária, cerrado denso, capoeira densa). Mata homogênea de pinus densa. Pastagens cultivadas com baixo pisoteio de gado, cultivos de ciclo longo (exemplo: cacau).
- Grau de proteção médio: Cultivo de ciclo longo em curvas de nível/terraceamento (exemplos: café e laranja com forrageiras entre ruas), pastagens com médio pisoteio, silvicultura de eucaliptos com sub-bosques de nativas.
- Grau de proteção baixo: Culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino, laranja com solo exposto entre ruas), culturas de ciclo curto, como arroz, feijão, trigo, soja, milho, algodão com cultivo em curvas de nível/terraceamento).
- Grau de proteção muito baixo a nulo: Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/gradeação, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplenagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas.

Ademais, merece destaque o fato de uma mesma cultura agrícola, quando dotada ou não de práticas conservacionistas, gerar resultados diferentes quanto ao grau de proteção.

A partir dos produtos intermediários (mapa de declividade, curvatura do terreno, classe de solos e uso e cobertura da terra) é possível dimensionar os graus de fragilidade ambiental. No estudo em questão, as informações serão processadas tendo como recorte territorial uma bacia hidrográfica.

Por fim, cabe desde já ressaltar que o fator clima não será considerado no presente estudo para o cálculo da fragilidade. Por se tratar de uma área com características climáticas relativamente homogêneas, sobretudo no tocante à

capacidade de erosividade das chuvas, não existem valores diferentes a serem atribuídos.

3.4 Erosões

Como o presente trabalho visa, a partir da metodologia de Ross (1994), apresentar a fragilidade ambiental da bacia selecionada aos processos erosivos, torna-se relevante compreender o conceito de erosão, suas causas e medidas conservacionistas relacionadas.

De acordo com o Instituto de Pesquisas Técnicas – IPT (1986), erosão é o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos e partículas de rochas pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e ou organismos (plantas e animais).

Bertoni e Lombardi Neto (1990, p. 68) compreendem a erosão como um processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo, causado pela água e pelo vento.

Especificamente relacionados à água, dois tipos merecem destaque, sendo relacionados ao modo como ocorre o escoamento superficial (SANTORO, 2009, P. 55).

- Erosão laminar ou em lençol, produzida a partir do escoamento difuso da água da chuva. A água, quando escoar superficialmente de modo uniforme, transporta as partículas de modo uniforme, sem formar canais definidos. Embora não incorra na formação de incisões no terreno, pode ser responsável por grandes prejuízos às terras agrícolas, além do grande fornecimento de sedimentos para processos de assoreamento de cursos d'água e reservatórios.

- Erosão linear: relacionada à concentração do escoamento superficial resultando em incisões na superfície do terreno, formando filetes de diferentes dimensões, podendo evoluir para sulcos, ou seja, incisões de até 0,5 metros de profundidade, perpendiculares às curvas de nível. Ainda, podem evoluir para a formação de ravinas, entendidas como formações erosivas lineares, superiores a 0,5 metros, escavando o solo até seus horizontes inferiores. Por fim, havendo contribuição das águas sub-superficiais, nelas inclusas os lençóis freáticos, tem-se a formação de voçorocas (ou boçorocas), com tendências à evolução lateral e longitudinal do processo. Nesta, a combinação das erosões superficiais e internas, solapamentos,

desabamentos e escorregamentos, acabam gerando alto poder destrutivo, de difícil contenção.

3.4.1 Erosão e os fatores naturais

Diversos fatores naturais contribuem para o fenômeno da erosão. De acordo com Vitte e Mello (2007, p. 108), estes podem ser agrupados em regime climático, cobertura vegetal, relevo e tipos de solo.

No clima, inegavelmente, merece destaque a precipitação. Tanto a quantidade como a distribuição das chuvas no tempo e no espaço, além de suas diferentes intensidades, são fatores responsáveis por processos erosivos.

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1990)

A erosão é causada por forças ativas, como as características da chuva, pois, a água pluvial exerce sua ação erosiva sobre o solo pelo impacto das gotas, que caem com velocidade e energia variáveis, dependendo do seu diâmetro, e pelo escoamento da enxurrada, a qual tem sua velocidade e volume variando segundo a declividade, o comprimento do declive do terreno e a capacidade que tem o solo de absorver água; e por forças passivas, como a resistência que exerce o solo à ação erosiva da água (determinada por diversas de suas características ou propriedades físicas e químicas) e a densidade da cobertura vegetal (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990, p. 45).

Nessa mesma perspectiva, Lal (1998) *apud* Vitte e Mello (2007) reforça que

A erosividade da chuva é devida, parte ao impacto direto das gotas de chuva, e parte ao escoamento que a chuva gera. A capacidade de a chuva causar erosão do solo é atribuída à proporção e distribuição dos pingos d'água, segundo a carga de energia da chuva. A erosividade de uma chuva é atribuída à sua energia cinética ou momentum, parâmetros facilmente relacionados à intensidade da chuva ou à sua quantidade total. O momentum pode ser definido como um produto da massa pela velocidade. Trata-se de uma medida da pressão exercida pela chuva sobre o solo. Pressão, ou força por unidade de área, a qual tem a natureza de um stress mecânico que causa a desagregação dos agregados do solo. (LAL, 1998, p. 150 *apud* VITTE; MELLO, 2007, p. 112).

Desse modo, ambientes com chuvas abundantes e regularmente distribuídas ao longo do tempo, tendem a formar solos mais profundos, permeáveis e, portanto, mais resistentes à erosão. Por outro lado, em áreas com estações secas

prolongadas seguidas de chuvas torrenciais, os processos erosivos, a perda de solo e o assoreamento tendem a ser mais significativos (SANTORO, 2009).

Ainda segundo Santoro (2009, p. 58) a cobertura vegetal é destacada como “uma defesa do ambiente contra os processos erosivos”. Destaca-se, nessa perspectiva, a dispersão e interceptação das gotículas de chuva antes de chegarem ao solo; a ação dos sistemas radiculares, proporcionando maior infiltração da água; a presença de matéria orgânica que, incorporada no solo, aumenta sua capacidade de retenção de água; a diminuição da energia do escoamento superficial em razão da potencialização da infiltração e redução da velocidade da água que escoar.

O relevo também é uma variável determinante no entendimento dos processos erosivos, com destaque para a declividade dos terrenos, a forma e a extensão das vertentes. Essas variáveis são fatores imprescindíveis para a determinação da fragilidade dos ambientes aos processos erosivos a partir da metodologia proposta por Ross (1994).

A declividade interfere diretamente na velocidade do escoamento superficial, incorrendo na maior capacidade erosiva deste. Desse modo, o volume e a velocidade estão diretamente ligados à declividade das vertentes.

A extensão da vertente também é fator determinante, pois, à medida que se aumenta a distância percorrida pelo escoamento superficial da água da chuva, o volume escoado e a velocidade tendem a aumentar. Desse modo, a potencialização da energia cinética resultante de vertentes mais extensas incorre no fortalecimento da capacidade erosiva das chuvas.

Por fim, quando se considera a forma das encostas, destacam-se as vertentes côncavas, por sua maior capacidade de concentrar o escoamento superficial. Na sequência, surgem as vertentes convexas e, por último, as retilíneas, assim como destacam Silva et al (2007), Nunes (2005) e Ross (1994).

No caso dos solos, de acordo com Ross (1994, p.67), variáveis como textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas, profundidade/espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais são importantes para a determinação de sua erodibilidade.

Sobre a erodibilidade dos solos, Santoro (2009) salienta que

A erodibilidade indica o potencial ou o grau de facilidade com que um determinado solo pode ser erodido, é uma característica intrínseca do solo. Solos mais arenosos, em geral, são mais facilmente erodidos que

os solos argilosos. Assim, o conjunto das características dos solos, que, em grande parte, depende da rocha de origem (substrato rochoso) e de sua evolução ao longo do tempo, sob ação do clima e das formações vegetais, determinam a suscetibilidade dos terrenos à erosão (SANTORO, 2009, p. 60)

Ainda sobre este conceito, Lal (1998) *apud* Vitte e Mello (2007) afirma que

Erodibilidade do solo é o efeito integrado de processos que regulam a recepção da chuva e a resistência do solo paradesagregação de partículas e o transporte subsequente. Esses processos são influenciados pelas propriedades do solo, assim como a distribuição do tamanho das suas partículas, estabilidade estrutural, conteúdo de matéria orgânica, natureza dos minerais de argila e constituintes químicos. Além desses, consideram-se que, os parâmetros do solo que afetam a sua estrutura, hidratação, e as características da circulação da água que afetam a erodibilidade do solo. Lal (1998, p. 141) *apud* Vitte e Mello (2007, p. 109-110).

3.4.2 Erosão e fatores antrópicos

Somados aos aspectos de ordem natural, é premente destacar o grande potencial que a ação humana desenvolve sobre os processos erosivos. As dinâmicas naturais recebem a contribuição dos condicionantes antrópicos, acelerando e potencializando processos, com destaque para manejos inadequados e a inobservância da capacidade de uso dos solos (Santoro, 2009, p. 60).

Cunha (1997) *apud* Vitte e Mello (2007) destaca que

a erosão dos solos é considerada normal, quando ocorre um equilíbrio entre os processos de formação do solo e seu desgaste natural. Quando o processo erosivo é mais intenso, sendo mais veloz que a formação do solo, ocorre a erosão acelerada – chamada de erosão antrópica –, caso tenha sido provocada pela ação humana. Tal situação ocorre quando são encontradas determinadas condições de solo, litologia e relevo que proporcionam o desencadeamento da substituição da vegetação natural por outro tipo de cobertura vegetal, o qual não proporciona proteção eficiente contra a erosão, dificultando o estabelecimento do processo pedogenético que recomporia a camada erodida. (CUNHA, 1997 *apud* VITTE e MELLO, 2007, p. 108).

Assim, diversas ações sob a responsabilidade da sociedade incorrem ou potencializam processos erosivos. Podem ser citados como exemplos a retirada das coberturas vegetais originais, a prática indiscriminada das queimadas, a pecuária com alta densidade de animais em espaços reduzidos, desenvolvimento de culturas agrícolas perpendiculares às curvas de nível, abertura de carreadores e estradas

desconsiderando obras de drenagem, loteamentos sem a implantação da infraestrutura mínima necessária entre outros.

Salomão (1999) reforça que

o controle da erosão em terras rurais é muito complexo, por envolver questões tanto de ordem técnica como socioeconômica, que devem ser conjuntamente avaliadas, visando a adoção de uma política agrícola que contemple a manutenção ou aumento potencial produtivo das terras. No que se refere às questões técnicas, destaca-se, como fundamentais, a utilização adequada de práticas agrícolas de conservação do solo, a adoção de medidas preventivas, contra a erosão associada a estradas e fornecimento de subsídios visando ao planejamento de ocupação agrícola (capacidade de uso das terras). (SALOMÃO, 1999, p. 258)

3.4.3 Medidas conservacionistas e corretivas

A garantia da infiltração e do menor escoamento superficial é concepção fundamental no controle dos processos erosivos. Diversos autores e estudos, como Ross (1994), Salomão (1999), Cati (2017), Embrapa (2017), Cunha (1997), Vitte e Mello (2007), concordam que os processos erosivos em áreas de cultivo podem ser minimizados ou controlados a partir da aplicação de práticas conservacionistas que fomentem essa concepção.

Para tanto, é extremamente importante a compreensão das características do ambiente, bem como se as atividades a serem desenvolvidas são compatíveis com a capacidade de uso do solo.

Nessa perspectiva, Salomão (1999) salienta que

As práticas de conservação do solo devem ser aplicadas após o conhecimento integrado das potencialidades e limitações dos recursos de solo e água a nível das bacias hidrográficas e/ou microbacias. A escolha das técnicas deve, necessariamente, adaptar-se às características físicas e químicas do solo, à declividade do comprimento da encosta e ao tipo de cultivo. Deve, portanto, adequar-se à capacidade de uso das terras. (SALOMÃO, 1999, p. 258).

De acordo com Salomão (1999), as práticas conservacionistas podem ser agrupadas em vegetativas, edáficas e mecânicas, sendo:

➤ Vegetativas: utilização de cobertura vegetal como critério básico para a contenção da erosão. Destacam-se:

- Plantas de cobertura: presença de culturas anuais entre as culturas perenes, como entre fileiras de café, laranja e outras frutíferas, com vistas a cobrir o solo, protegendo dos impactos das chuvas;

- Cultura em faixas: caracteriza-se pelo plantio em faixas de exploração contínua ou em rotação, intercaladas com culturas anuais ou semi-perenes, visando interceptar a velocidade das enxurradas e dos ventos, potencializando a infiltração e contendo a evolução de processos erosivos de pequeno porte;

- Cordões permanentes de vegetação: desenvolvimento de fileiras de plantas perenes ou semi-perenes de crescimento denso. Desenvolvidas em contorno, tendem a gerar a mesma proteção das culturas em faixas;

- Alternância de capinas: intercalação nas capinas de modo a manter parcelas da área em cultivo, evitando grandes e contínuos espaços em exposição total;

- Quebra-ventos: barreiras densas de árvores visando interceptar a ação dos ventos, controlando a ação eólica.

➤ Edáfico: consistem em práticas conservacionistas que, ao melhorarem as condições de fertilidade do solo, podem indiretamente contribuir para evitar ou suavizar processos erosivos. São exemplos:

- Controle do fogo: as queimadas estão intimamente relacionadas à destruição da matéria orgânica, das reservas de nitrogênio e das demais partículas constituintes do solo. Isso gera perda na capacidade de retenção da água. Portanto, devem ser evitadas e substituídas por outras formas de manejo.

- Adubação verde: incorporação de nitrogênio e matéria orgânica no solo, possibilitado pela mistura de resíduos vegetais ainda verdes. Assim, o húmus melhorará as condições físicas, dado ao aumento da porosidade e, por consequência, maior capacidade de infiltração;

- Plantio direto: popularmente conhecido como “plantio na palha”, evita a exposição do solo aos agentes erosivos (chuva e vento). Também colabora para a incorporação de matéria orgânica no solo;

- Adubação química: restauração/manutenção da fertilidade do solo, recompondo macro e micronutrientes necessários ao desenvolvimento da atividade agrícola;

- Calagem: correção da acidez, com a aplicação de materiais que elevem o pH do solo. Contribuem significativamente, pois solos ácidos prejudicam o aproveitamento do fósforo pelas plantas, bem como o desenvolvimento de micro-organismos fixadores de nitrogênio. Desse modo, a calagem colabora para o desenvolvimento da cobertura vegetal e a respectiva proteção do solo.

➤ Mecânicas: Ações artificialmente desenvolvidas, como a implantação de estruturas em canais e aterros, visando diminuir a velocidade/quantidade do escoamento superficial, potencializando a infiltração. São elas:

- Plantio em nível: marcação do terreno, respeitando as curvas de nível, e estabelecimento de sulcos e camalhões de terra. Estes, opõem-se ao percurso livre das enxurradas, controlando a erosão;

- Terraceamento: além do plantio em nível (com sulcos e camalhões), esta técnica é acompanhada de canais que conduzem e distribuem o excesso de água. Usado para áreas com um escoamento superficial mais expressivo (maior declive e comprimento de rampas, por exemplo);

- Canais escoadouros: criação de estruturas capazes de transportar o excedente de água proveniente do sistema de terraceamento. Geralmente são vegetados e dimensionados para suportar os volumes hídricos previamente calculados.

A partir do exposto, fica evidente o grande potencial de destruição do solo, de perdas agrícolas e de assoreamento de corpos d'água quando o uso da terra não observa os limites pertinentes, incorrendo em erosões.

Igualmente, sabe-se que as medidas de prevenção aos processos erosivos são mais eficientes do que eventuais medidas corretivas, que, a depender das proporções, tornam-se inviáveis do ponto vista técnico e financeiro.

Desse modo, ressalta-se que não existe um tipo específico de obra para todas e quaisquer situações. Cada realidade deve ser analisada nas suas

particularidades, considerando o estágio de desenvolvimento do processo, as características ambientais e os recursos disponíveis.

De acordo com o DAEE - IPT (1999) apud Santoro (2009, p. 67), as contenções dos processos erosivos deve contemplar:

- A implantação de micro drenagem - visando evitar o escoamento direto das águas pluviais sobre o solo, feitas a partir de estruturas de captação e condução das águas;
- A Implantação de macro drenagem –obras de maior porte, responsáveis pela captação das águas das micro drenagens e seu respectivo escoamento final;
- Dissipadores de energia –realizados nas extremidades dos lançamentos, visando dissipar a energia cinética da água nesses pontos.
- Pavimentação –com a implantação de guias, sarjetas, bueiros e asfalto em pontos com movimentação de terra e vias de deslocamento.
- Drenos – ou seja, o disciplinamento das águas subterrâneas.
- Aterros e retaludamentos - estabilização dos taludes resultantes do movimento de terra.
- Reparos periódicos – tão importante quanto realizar obras é mantê-las conservadas. Assim, cabe revisão contínua e adequação daquelas que apresentem sinais de desgaste.

Por fim, é importante frisar novamente que os processos erosivos devem ser evitados em sua concepção, pois o manejo de áreas erodidas demanda custos elevados, incorrendo muitas vezes em empecilhos intransponíveis para pequenos agricultores dado sua condição econômica insuficiente para a proporção dos desafios. Assim, ganham força as medidas preventivas e conservacionistas.

3.5 Água: contextualização na Questão Ambiental e desafios atuais

A água, recurso natural de fundamental importância para a manutenção das diferentes formas de vida no planeta, é constantemente alvo de estudos e projetos, nas mais variadas áreas do conhecimento. O conhecimento sobre os recursos hídricos, deste modo, é algo inter, multi e transdisciplinar, de importância ímpar, uma vez que englobam aspectos como a sobrevivência da espécie humana, o

equilíbrio e a conservação da biodiversidade e as diferentes relações de dependência entre os seres vivos e os ambientes naturais.

Ainda, os estudos relativos à água são encontrados em diferentes momentos da história, dada a sua importância atemporal. Conforme salientam Bacci e Pataca (2008),

A presença ou ausência de água escreve a história, cria culturas e hábitos, determina a ocupação de territórios, vence batalhas, extingue e dá vida às espécies, determina o futuro de gerações. Nosso planeta não teria se transformado em ambiente apropriado para a vida sem a água. Desde a sua origem, os elementos hidrogênio e oxigênio se combinaram para dar origem ao elemento-chave da existência da vida. Em condição privilegiada, deu possibilidade às espécies de evoluírem e ao homem de existir e habitar esse planeta. Ao longo de milhares de anos, nossa espécie ocupou territórios, cresceu e desenvolveu com base nesse bem natural tão importante e valioso que é a água. (BACCI; BATACA, 2008, p.01).

Recentemente, ganharam destaque na mídia as discussões acerca da crescente dificuldade de abastecimento público de água em aglomerados urbanos. As cidades crescem espacialmente e em número de habitantes, demandando cada vez mais água para o suprimento das necessidades de suas populações, como asseio, dessedentação, produção, lazer, atividades diversas do setor terciário, entre outras. Contudo, por questões de planejamento e/ou por variações inerentes à dinâmica climática (períodos com acumulados de precipitação abaixo das médias históricas), muitas regiões do Brasil mostram de maneira singular ao longo da história um momento de grave crise, onde o acesso ao recurso passa por fortes restrições, cogitando-se até mesmo a suspensão de abastecimento em casos mais graves.

No Estado de São Paulo, por exemplo, inúmeras são as cidades que enfrentaram (e enfrentam) situações de altíssimo estresse no abastecimento, incorrendo em drásticos processos de racionamento e revisões nos sistemas de gestão dos recursos hídricos. São Paulo-SP, sobretudo nas áreas abastecidas pelo complexo Cantareira, por exemplo, em razão do reservatório, no início de fevereiro de 2015, contar com apenas 5% de sua capacidade (consideradas as cotas de volume morto), teve que adotar práticas de redução de pressão na rede, rodízio entre os bairros, cortes intermitentes etc.

Diante disso, percebe-se a crescente necessidade de gestão dos recursos hídricos. Conforme salienta o Programa de controle de erosão e de assoreamento na área de influência do reservatório da UHE Sérgio Motta (2000),

Os modelos de ocupação antrópica no Estado de São Paulo têm desencadeado processos erosivos de grande intensidade. Esses processos ocorrem, principalmente, através do aumento do escoamento superficial das águas pluviais que ocasionam perdas de sedimentos do solo e conseqüentemente afetam a produção e a qualidade da água através do assoreamento e da contaminação dos cursos d'água e reservatórios. As perdas dos horizontes superficiais dos solos têm como consequência, além do assoreamento, a redução da fertilidade natural do solo e a sua capacidade produtiva, agravando ainda mais o quadro desolador de agressão ao meio ambiente. O impacto nos recursos hídricos se caracteriza hoje, como um dos principais problemas ambientais, influenciando na preservação ambiental e conseqüentemente no abastecimento de água para consumo. (2000, p. 52).

Percebe-se, portanto, que ações de gestão dos recursos hídricos são fundamentais para que a água seja protegida, garantindo um abastecimento público de maneira contínua e adequada.

De acordo com o Plano Estadual dos Recursos Hídricos, a rede hidrográfica paulista é estruturada por duas grandes áreas de drenagem, constituídas a partir do divisor de águas da Serra do Mar. Desse modo, sentido Oeste, observa-se a área de drenagem do Rio Paraná, tendo como afluentes principais os rios Tietê e Paranapanema, e, no sentido Oriental, um conjunto de bacias cujos rios têm seus cursos sentido litoral, como o Paraíba do Sul e Ribeira de Iguape.

Ainda com base no Plano Estadual de Recursos Hídricos, destaca-se que a estrutura da rede hidrográfica paulista forma a base da regionalização do Estado para efeito de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, tendo na bacia hidrográfica a unidade físico-territorial de referência. Atualmente, são 22 UGRHI's (Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos) no estado.

3.6 A bacia hidrográfica como unidade de estudo

De acordo com a Agência Nacional das Águas –ANA⁹, Bacia hidrográfica é uma unidade fisiográfica, limitada por divisores topográficos, tal que recolhe a precipitação, age como um reservatório de água e sedimentos, é drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água, e toda vazão efluente é descarregada em uma seção fluvial única, denominada seção exutória ou exutório.

Os divisores topográficos são condicionados, como o próprio nome sugere, pela morfologia do terreno, limitando a área onde provém o deflúvio superficial da bacia. Esses divisores contornam a bacia e dividem as precipitações entre a bacia em questão e outro sistema fluvial. Ressalta-se, de acordo com Vilela e Mattos (1975), que o divisor une os pontos de máxima cota entre bacias, contudo, não impedindo picos isolados com maior altitude no interior da bacia.

De acordo com Christofolletti (1974), as bacias, no tocante à sua drenagem, podem ser classificadas em:

- Exorréicas: escoamento de modo contínuo até o mar;
- Endorréicas: drenagens internas, sem escoamento até o mar, desembocando em lagos, ou dissipando-se em áreas arenosas, secas ou depressões cársticas;
- Arréicas: quando não há qualquer estruturação em bacias, assim como nas áreas desérticas;
- Criptorréicas: caso de bacias subterrâneas, como nas áreas cársticas.

O traçado de uma bacia hidrográfica se dá a partir do uso de uma planta planialtimétrica, na qual é possível delimitar o topo (espigão divisor) e, por consequência, delimitar a bacia em questão das demais observadas à volta. Esse processo também pode ser realizado por softwares e, neste caso, o trabalho de campo para conferência dos resultados é essencial para atestar as informações.

O divisor de águas de uma bacia hidrográfica, conforme salienta Pedrazzi (2004), deve observar os seguintes aspectos: ele (o divisor) não corta

⁹ Disponível em:

<http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais_Anexos/Attachments/23/03.PHidrologiaAmb-GRH-220909.pdf> acesso em 05 mar 2017.

nenhum curso d'água; os pontos cotados mais elevados geralmente fazem parte dele, assim como deve passar igualmente afastado quando estiver entre duas curvas de mesmo nível; por fim, ressalta-se que este divisor deve cortar as curvas de maneira mais perpendicular possível.

Ainda, destaca-se que diversos aspectos de ordem morfológica/ocupação são importantes para o entendimento da dinâmica de escoamento da água na bacia hidrográfica, como a sua dimensão, forma, topografia, litologia, tipos de solo, cobertura vegetal e uso da terra. A concatenação dessas variáveis vai ao encontro da metodologia seguida por este trabalho (fragilidade ambiental).

De acordo com Moroz – Caccia Gouveia (2010), a escolha de bacias hidrográficas como unidades de estudo fundamenta-se na abordagem sistêmica, pois se trata de um sistema aberto, constituído por subsistemas (conjuntos interfluviais e vertentes, planícies e canais fluviais). Nesse recorte, o equilíbrio dinâmico, na perspectiva hidrogeomorfológica, depende do ajuste entre formas, materiais e processos.

Nesta perspectiva, Ab'Saber (1996) reforça que essa unidade é apropriada para estudos ambientais integrados, pois sobre os sistemas hidrológicos, geológicos e ecológicos de uma bacia hidrográfica atuam forças antropogênicas, onde os sistemas biogeofísicos, econômicos e sociais interagem. Igualmente, Ab'Saber (opcit) salienta que o estudo da bacia hidrográfica possibilita uma visão sistêmica e integrada do ambiente, sobretudo devido à clara delimitação da mesma e à natural interdependência dos processos climatológicos, hidrológicos e geológicos que nela ocorrem. Isso se deve, também, porque nelas atuam as forças antropogênicas, ou seja, as atividades e os sistemas econômicos, sociais e biogeofísicos nas suas múltiplas interações.

Por fim, ressalta-se que a Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, (art. 1º, V), reconhece a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, sendo, portanto, conceito norteador para a gestão das águas em todo o território nacional. Ainda, ressalta-se que, ao reconhecer a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental (art. 3º, III), a Política Nacional de Recursos Hídricos reconhece a necessidade de se fazer gestão de outros componentes da bacia.

3.7 Considerações sobre a educação

A presente pesquisa, além de verificar a fragilidade ambiental do alto curso do Alto Curso da Bacia do Ribeirão Negrinha aos processos erosivos, buscou socializar os resultados por meio de um projeto interdisciplinar de educação ambiental. As ações ocorreram junto aos alunos do curso técnico em Meio Ambiente da Etec Amim Jundi, em Osvaldo Cruz/SP.

Para tanto, tornam-se relevantes para a sustentação do trabalho conceitos norteadores em Educação, em especial aqueles voltados à educação técnica para o trabalho.

3.7.1 A educação técnica para o mundo do trabalho

De acordo com o caput do Art. 1º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, a educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais.

Ainda, de acordo com o Art. 2º da mesma Lei, a educação, dever da família e do Estado, deve ser inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tendo por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.

No Brasil, a educação em ambientes formais é dividida em básica (nos níveis infantil, fundamental e médio) e superior. No caso do trabalho em questão, os processos de ensino-aprendizagem se dão no nível médio, em especial na educação profissional técnica. Neste caso, feito de maneira concomitante (articulada) com o Ensino Médio ou subsequente ao término deste, tem por objetivo o preparo dos discentes para o exercício de profissões técnicas.

De acordo com o Decreto Federal 2208/1997, que regulamenta a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, a educação profissional objetiva formar técnicos de nível médio e tecnólogos de ensino superior para os diferentes setores da economia; especializar e aperfeiçoar o trabalhador em seus conhecimentos tecnológicos; qualificar, requalificar e treinar jovens e adultos com qualquer nível de escolaridade, para sua ascensão e melhor desempenho no exercício do trabalho.

Desse modo, de acordo com o mesmo Decreto,

A educação profissional será desenvolvida em articulação com o ensino regular ou em modalidades que contemplem estratégias da educação continuada, podendo ser realizada em escolas do ensino regular, em instituições especializadas ou nos ambientes de trabalho” e abrangerá três níveis: básico, técnico e tecnológico. (Artigo 2º, Decreto n. 2208/1997).

Ressalta-se também que o nível técnico destina-se aos matriculados ou egressos do ensino médio. Ainda, deve ter estrutura organizativa e curricular própria e independente do ensino médio, podendo ser oferecido de modo concomitante ou sequencial a ele, sendo diplomados como técnicos somente aqueles que concluírem o ensino médio, de acordo com o artigo 5º do mesmo Decreto.

No Brasil, as primeiras escolas profissionais datam do início do Século XX. De acordo com Nascimento (2007),

Inspiradas no instituto profissional masculino, reformado por decreto (em 1905), do prefeito do, então, Distrito Federal, foram criadas as escolas de aprendizes artífices. Fundadas por Nilo Peçanha, ainda quando presidente do Estado do Rio de Janeiro, ao que tudo indica foram inspiradas no Colégio Santa Rosa (dos Salesianos), de Niterói. Ele instituiu cinco escolas profissionais, das quais três eram destinadas ao ensino de estudos manufatureiros e duas ao ensino agrícola. (NASCIMENTO, 2007, p. 108).

Mais tarde, na Era Vargas, influenciado pelo processo de industrialização e urbanização latente no Brasil, notam-se sensíveis mudanças na educação profissional no país. De acordo com Nascimento (opcit), durante o início do primeiro governo de Vargas

Foi um período em que, se por um lado, tivemos mudanças no perfil e abordagem econômica (as ideias tayloristas, a influência do instituto de organização racional do trabalho – Idort), por outro, aconteceram mudanças ideológicas e políticas expressas na Constituição de 1937, na Lei Orgânica de Ensino, promulgada em 1942, bem como o restante da legislação que materializou as reformas e as mudanças conduzidas pelo ministro da Educação, Gustavo Capanema, inclusive a criação do Serviço Nacional de Ensino Industrial (Senai). (NASCIMENTO, 2007, p. 185).

Já no final dos anos 50 e início dos anos 60 do século XX, em especial entre 1959 e 1961, evidencia-se novas reformulações no ensino industrial. Conforme destaca Nascimento (opcit)

(...) dentre as consequências das modificações então estabelecidas verificamos que o primeiro ciclo deixou de ter como objetivo o ensino completo de um ofício que requeresse uma formação profissional mais longa e passou a ser um curso com características do primeiro ciclo do curso secundário, embora com orientação técnica. Posteriormente, em 1961, com a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da educação nacional – 4024 (LDB), esses cursos passaram a ser denominados de “ginásios industriais”. A partir de então, mudou também o primeiro ciclo do ensino secundário, pois foram introduzidas no seus currículos atividades de sondagem vocacional, o que deu origem a um novo tipo de instituição, o “ginásio orientado para o trabalho”. O processo de mudança que se iniciou com a LDB (Lei 4024) culminou, em 1971, com a fusão dos ramos profissionais do primeiro ciclo do ensino médio ao secundário e, desses todos, ao curso primário, constituindo-se em um ensino de primeiro grau com oito anos de duração, denominado de “ensino fundamental”. (NASCIMENTO, 2007, p. 225-226).

Mesmo com as sensíveis mudanças no processo de estruturação das escolas profissionais, ficou evidente certa segregação dessa vertente por parte da sociedade brasileira. De acordo com Nascimento (opcit)

Apesar dos esforços do governo e das classes produtoras nacionais em benefício do ensino industrial e da aprendizagem industrial, respectivamente, a sociedade brasileira, através das classes dominantes já elegera o ensino secundário (propedêutico- a acepção pedagógica de ensino não-técnico para a educação dos seus filhos). O sistema formado pelo ensino profissional, tanto o público como o patronal, foi efetivamente marginalizado pela sociedade isso, embora o curso secundário não habilitasse ninguém para nada, a não ser para o ingresso no curso superior, o que, aliás, o tornou eleito para a educação dos filhos, especialmente da chamada classe média.

Nesse ambiente de aceitação incompleta da educação profissional técnica pela sociedade brasileira, surge o Centro Paula Souza. De acordo com Motoyama (1995, p. 467), o complexo institucional que atualmente é conhecido como Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza” (CEETEPS) foi criado pelo governo do Estado de São Paulo, em 6 de outubro de 1969, na gestão de Roberto Costa de Abreu Sodré. O modelo educacional proposto dava ênfase ao ensino técnico, sendo, portanto, uma alternativa ao modelo tradicional amplamente difundido na sociedade.

Segundo Motoyama (opcit), o Centro Paula Souza refuta desde sua concepção os adjetivos pejorativos ligados à formação para o mundo do trabalho. Em que pese essa reflexão ter caráter institucional, o autor salienta que

O ensino técnico e tecnológico tem sido pensado, também, não apenas em virtude de uma demanda de mercado, mais de uma demanda social, no sentido de que a pessoa tem o direito de participar da vida profissional, como também de outras esferas da sociedade e da cultura, nas suas dimensões política, estética, etc. Daí a necessidade de um enfoque da tecnologia de um elemento da cultura, como atividade humana cujo conteúdo e valor não podem ser abstraídos do quadro geral de uma determinada sociedade. Uma sociedade, portanto, mais humana e humanizadora deve repensar também sua produção tecnológica. O centro, hoje, como uma grande rede de ensino técnico e tecnológico tem uma grande responsabilidade nesse sentido. E ele está à altura desse desafio". (1995, p. 499).

Nessa perspectiva, são amplos os debates acerca do papel da educação de ordem técnica e seus reais interesses junto à sociedade. O debate entre o “formar cidadãos” e/ou “formar mão-de-obra” é tema recorrente no ambiente acadêmico e no mundo do trabalho.

De acordo com Kuenzer (2009), nota-se claramente a existência de uma “Pedagogia da Fábrica”, na qual a educação do trabalhador é moldada a partir dos interesses do modo de produção dominante, ou seja, o capitalismo, potencializando o processo de alienação do trabalho. Segundo ela

Já nos Manuscritos, Marx se preocupa com o trabalho apontado como a essência do homem, contudo, ao ir à realidade social ele encontra apenas o homem que aliena sua essência numa relação prática – o trabalho em determinadas relações de antagonismo entre o operário e o capitalista.

Esta alienação se dá em dois planos: o subjetivo e o objetivo. Considerada do ângulo subjetivo, a alienação significa o não-reconhecimento de si nos seus produtos, na sua atividade produtiva e nos demais homens, que lhe surgem como seres estranhos e exteriores a si. Independentemente do que possa sentir o operário, a alienação tem um conteúdo objetivo, evidenciado pela sua pauperização material e espiritual em contraste com a riqueza que produz; o trabalho alienado, além de produzir mercadoria, produz a força de trabalho como mercadoria; o produto do trabalho se traduz em puro meio de subsistência e não em uma atividade vital; o operário é separado de seu produto e dos meios de produção, que são apropriados pelo capitalista.

Ao verificar que o trabalho é o trabalho alienado, Marx conclui que a essência do homem está divorciada de sua existência; embora tenha estudado particularmente a sociedade burguesa e, ao referir-se ao trabalhador alienado, refira-se ao operário no capitalismo, ele

demonstra que, historicamente, dada a debilidade do homem diante da natureza, nunca houve outro trabalho que não fosse a alienação. Propõe, então, que a essência humana se conceba como trabalho criador, em que o homem se reconheça em seus produtos, em sua própria atividade e nas relações que se estabelece com outros homens; isso só será possível por ocasião do modo de produção capitalista (2009, p.33).

A mesma autora promove profundas críticas a uma educação de dimensão técnica¹⁰. Para ela

(...) a social-democracia significa uma forma política de organização comprometida com a continuidade do capitalismo, em que o proletariado é considerado apenas como um dos elementos da sociedade capitalista, negando-se sua função histórica de ser, ao mesmo tempo, elemento de dissolução e destruição dessa mesma sociedade. Assim o proletariado é lançado ao campo das concepções burguesas, não passando da imediatez a sua forma de existir, de pensar, de reivindicar. Dessa forma, na empresa X, o operário aprender a ser cidadão dentro dos limites do capitalismo, o que, se nas condições brasileiras contemporâneas é um avanço, do ponto de vista da revolução é fundamental conservador. (2009, p. 198).

Por outro lado, o Centro Paula Souza, assim como diversas instituições de desenvolvimento da educação técnica e tecnológica, parte da premissa que processos de ensino e aprendizagem focados na aplicação da tecnologia, criatividade e no desenvolvimento de competências humanas e organizacionais são capazes de atender as demandas sociais e do mundo do trabalho. Conjugue-se, deste modo, o desenvolvimento técnico, social, reflexivo e dialético no processo ensino-aprendizagem, rompendo com a alienação do educando.

Nota-se, desse modo, o grande destaque dado ao chamado desenvolvimento de competências, prática orientadora junto à educação proposta pelo Centro Paula Souza. De acordo com Le Boterf (1997) *apud* Perrenoud (2000)

A noção de competência designará aqui uma capacidade de mobilizar diversos recursos cognitivos para enfrentar um tipo de situações. Essa definição insiste em quatro aspectos: 1) As competências não são, elas mesmas, saberes, *savoir-faire*, ou atitudes, mas mobilizam, integram e orquestram tais recursos. 2) Essa mobilização só é pertinente em situação, sendo cada situação singular, mesmo que se possa tratá-la em analogia com outras já encontradas. 3) O exercício da competência passa por operações mentais complexas, subentendidas por esquemas de pensamento, que permitem determinar (mais ou menos

¹⁰Cabe ressaltar que a alienação destacada pela autora não faz alusão ao professor em si, mas sim do processo de formação em geral, incluindo os currículos e seus objetivos.

consciente e rapidamente) e realizar (de modo mais ou menos eficaz) uma ação relativamente adaptada à situação. 4) As competências profissionais constroem-se em formação, mas também ao sabor da navegação de área de um professor, de uma situação de trabalho à outra. (p.13 – 14)

Segundo Perreneud (2000), descrever uma competência equivale, assim, na maioria dos casos, chamar a atenção para três elementos complementares, sendo

Os tipos de situações das quais dá um certo domínio; os recursos que mobiliza, os conhecimentos teóricos ou metodológicos, as atitudes, o *savoir-faire*, e as competências mais específicas, os esquemas motores, os esquemas de percepção, de avaliação, de antecipação e de decisão; a natureza dos esquemas de pensamento, que permitem a solicitação, a mobilização e a orquestração dos recursos pertinentes em situação complexa e em tempo real. (2000, p. 13-14).

Ainda na educação baseada em competências, Serón *apud* Deluiz(1995) reforça que essa proposta é uma adequação às próprias crises do capitalismo. Segundo a autora

As noções estruturantes do modelo das competências no mundo do trabalho são a flexibilidade, a transferibilidade, a polivalência e a empregabilidade. Para o capital, a gestão por competências implica em dispor de trabalhadores flexíveis para lidar com as mudanças no processo produtivo, enfrentar imprevistos (incidentes/eventos) e passíveis de serem transferidos de uma função a outra dentro da empresa requerendo-se, para tanto, a polivalência e a constante atualização de suas competências, o que lhes dá a medida correta de sua empregabilidade. (1995, p. 5).

Igualmente, sabe-se que a postura docente junto ao processo ensino-aprendizagem é determinante para qual modelo educacional a formação profissional tende a reproduzir. Ou seja, as práticas pedagógicas em sala de aula (e fora dela) também são determinantes para se ter meros reprodutores de técnicas para o mercado de trabalho, aos moldes da “educação bancária” ou se o processo será um “criador e produtor de conhecimentos”, conforme salientou Freire (1974).

3.7.2 A educação ambiental

Em todos os cenários formais previstos pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), nos diversos níveis e modalidades, bem como nos demais espaços passíveis da construção de conhecimentos, mesmo os informais, insere-se a educação ambiental. De acordo com a Lei nº 9.795, de 1999,

Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (Lei 9.795/99, Art. 1º11).

De acordo a Política Nacional de Educação Ambiental, a educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal.

A população como um todo deve ter acesso à educação ambiental, sendo o Poder Público, as instituições de ensino, os órgãos integrantes de Sistema Nacional de Meio Ambiente, os meios de comunicação em massa, empresas, entidades de classe e todas as instituições (públicas ou privadas) co-responsáveis na sua disseminação.

São muitos os trabalhos e vertentes associados à educação ambiental. Contudo, são pilares norteadores comuns o entendimento desta como uma ferramenta de mudança de paradigma, pois, ao educar para a cidadania, pode-se construir a possibilidade da ação política, no sentido de contribuir para formar uma coletividade que é responsável pelo mundo que habita (SAITO et al., 2002).

Igualmente, Ab'Saber (1996) salientava que educação ambiental é o conhecimento da estrutura, da composição e da funcionalidade da natureza, das interferências que o homem produziu sobre esta estrutura, esta composição e esta funcionalidade. Em outras palavras, reconhece nela importante papel no

¹¹Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm>. Acesso em 13/03/2017.

entendimento das complexidades que envolvem a apropriação dos ambientes pelas sociedades e os resultados gerados a partir dessa interação.

Desse modo, cabe ressaltar, de acordo com o Art. 4º da Lei 9795/99, os princípios básicos da educação ambiental, sendo:

O enfoque humanista, holístico, democrático e participativo; a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o sócio-econômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade; o pluralismo de idéias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade; a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais; a garantia de continuidade e permanência do processo educativo; a permanente avaliação crítica do processo educativo; a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais; o reconhecimento e o respeito à pluralidade e à diversidade individual e cultural.

A educação ambiental, quando realmente encarada como geradora de cidadania, é ferramenta fundamental da gestão ambiental e dos processos sustentáveis de ocupação do ambiente pela sociedade. O Art. 5º da Lei 9.795 destaca que a educação ambiental objetiva

o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos; a garantia de democratização das informações ambientais; o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social; o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania; o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade; o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia; o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade.

Igualmente importante é destacar que a educação ambiental, conforme destaca o Art. 10º mesma Lei, será desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal, não devendo ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino.

Assim, por não ser disciplina específica, deve ser compromisso de todo o processo educacional, assim como de todos os atores envolvidos. Igualmente,

torna-se extremamente potencial quando abordada de maneira multi, inter e transdisciplinar.

Sobre essas formas de abordar um tema de maneira coletiva dentro dos processos de ensino-aprendizagem, Ubiratan D'Ambrósio *apud* Assmann (1998) salienta que

No século 17, o método proposto por Descartes dá origem às disciplinas que irão constituir as variadas ciências, possibilitando uma visão limitada de aspectos específicos dos fatos da natureza, do homem e da sociedade. Em pouco tempo, se notou que a complexidade dos fenômenos exige uma justaposição de conhecimentos disciplinares, a reunião de resultados obtidos com os métodos específicos de cada disciplina. Dessa forma, se estabelece a multidisciplinaridade. A primeira declaração explícita da necessidade da multidisciplinaridade é de FONTENELLE, o secretário da Academia de Ciências de Paris, no fim do século 17. (p. 98-99).

O mesmo autor (opcit) também estabelece considerações sobre a evolução da multidisciplinaridade, que pode caminhar para algo ainda mais integrado, rompendo com os limites de um determinado componente curricular. Assim,

Mais tarde, pelo fim do século 19, os meios tecnológicos que se desenvolveram permitem visões mais profundas do universo. Os avanços nas artes e no conhecimento do homem e sua natureza dão origem a novos objetos de estudo e à mescla de métodos característicos de disciplinas distintas. Essa é a etapa conhecida como interdisciplinaridade. (p. 99).

Outrossim, mostra que o processo educacional pode encarar os objetos na sua totalidade, transcendendo o papel das disciplinas, entendendo o processo de construção do conhecimento e seu aprendizado de maneira efetivamente holística. Deste modo, Ubiratan D'Ambrósio *apud* Assmann (1998) considera que

O avanço do conhecimento científico e tecnológico criou instrumentos que permitem reconhecer a enorme complexidade do universo. A realidade cósmica, a natureza da matéria, o fenômeno da vida e os mistérios da mente e, sobretudo, as inter-relações resistem ao tratamento disciplinar. E mesmo que se adote a multidisciplinaridade ou a interdisciplinaridade, é absolutamente fundamental que se tenha uma visão global. A totalidade está sempre presente, não só nas manifestações identificáveis de cada aspecto, mas também nas interações não-perceptíveis. O passo fundamental da mecânica quântica, revelando comportamento interativo das partículas, é reconhecido, como a essência do universo. A única possibilidade de conhecer a totalidade, se isso é possível, é adotar um enfoque holístico, indo mais além das disciplinas, transcendendo objetos e métodos disciplinares. Isto é a transdisciplinaridade. (p. 99)

3.7.3 O estudo do meio

Objetivando inserir a educação ambiental de modo crítico e capaz de fomentar o desenvolvimento de competências em profissionais técnicos de nível médio, merece destaque a proposta de “Estudo do Meio”.

Esta metodologia se mostra satisfatória, pois propõe uma visão holística do ambiente, criando significados junto ao educando, sobretudo por estreitar laços entre os indivíduos e o ambiente. Segundo Lopes e Pontuschka (2009)

O Estudo do Meio pode ser compreendido como um método de ensino interdisciplinar que visa proporcionar para alunos e professores contato direto com uma determinada realidade, um meio qualquer, rural ou urbano, que se decida estudar. Esta atividade pedagógica se concretiza pela imersão orientada na complexidade de um determinado espaço geográfico, do estabelecimento de um diálogo inteligente com o mundo, com o intuito de verificar e de produzir novos conhecimentos. (2009, p. 174).

Destaca-se que as abordagens integradas em educação ambiental, notadamente pela metodologia do “estudo do meio”, são potenciais valorizadoras da prática docente, estas capazes de efetivamente promover a cidadania. Como afirma Pontuschka, Paganelli e Cacete (2007)

O estudo do meio, como método que pressupõe o diálogo, a formação de um trabalho coletivo e o professor como pesquisador de sua prática, de seu espaço, de sua história, da vida de sua gente, de seus alunos, tem como meta criar o próprio currículo da escola, estabelecendo vínculos com a vida de seu aluno e com a sua própria, como cidadão e como profissional. (2007, p.175-176).

O “Estudo do Meio”, de acordo com Pontuschka, Paganelli e Cacete (2007), está associado a um trabalho de planejamento flexível, contudo, dotado de rigor. Desse modo, o roteiro a seguir não deve ser visto como algo estático, rígido, pois não se devem negar outras possibilidades de organização. Entretanto, cabe ressaltar o desenvolvimento de sete etapas básicas, quais sejam:

- **Encontro dos sujeitos sociais:** o estudo é potencializado à medida que se vincula à realidade do aluno, atento aos problemas da comunidade ao qual o

indivíduo está inserido. Assim, o aluno torna-se ativo, estimulado a intervir e compreender uma realidade que possui relação direta consigo e com os seus;

- **A opção pelo espaço e tema a serem estudados:** é desafiador aos educadores e estudantes saber ver e dialogar com a paisagem, com vistas a detectar os problemas existentes na vida da comunidade envolvida, estabelecendo relações entre as questões a serem estudadas e o cotidiano do aluno;

- **A definição dos objetivos e o planejamento:** no desenvolvimento das ações, merecem destaque: a busca pela interdisciplinaridade; o entendimento da construção do espaço ao longo do tempo e suas múltiplas transformações; a consideração de visões diferenciadas a partir dos diferentes sujeitos sociais envolvidos; o levantamento de dados pertinentes à área de estudo; a seleção de conteúdos de apoio; a definição de momentos e instrumentos de avaliação; criação de recursos didáticos baseados nos registros; divulgação dos processos e resultados produzidos. Aqui, cabe salientar a flexibilidade para a inserção de outros aspectos que possam complementar o trabalho a partir de suas particularidades;

- **Elaboração de cadernos de campo:** mesmo com o advento de novas atividades, por permitir o fácil acesso a informações previamente transmitidas, bem como para a realização de registros, dos mais simples aos mais complexos. Assim, se torna um guia, um dos elementos estruturadores do trabalho a ser desenvolvido por um determinado grupo. Ele exerce papel muito importante ao longo de todo o desenvolvimento do Estudo do Meio e não apenas durante o trabalho de campo. Pode contemplar capa, roteiro e cronograma das atividades a serem desenvolvidas, textos e mapas de apoio, roteiros de entrevistas, espaços para anotações, desenhos e croquis;

- **O trabalho de campo:** entendido como algo muito mais complexo do que simplesmente desenvolver uma atividade fora da sala de aula. Aliás, é imprescindível fugir desse rótulo simplista. O trabalho, estruturado e organizado, deve ter vínculos com aquilo que é desenvolvido em sala, complementando e enriquecendo o processo. Partindo dessas premissas, a pesquisa de campo permite a ampliação desse território, levando, ao mesmo tempo, a “sala de aula” para o “mundo” e o “mundo” para dentro da “sala de aula”. Em outras palavras, objetiva-se gerar ocasiões de aprendizagem para além de seus tradicionais abrigos institucionais;

- **A realização de entrevistas e registros:** o trabalho de campo proporciona ouvir pessoas envolvidas com a realidade, além de momentos privilegiados para a coleta de documentos, produção de filmagens e registros fotográficos, construção de desenhos, levantamento de novos materiais entre outros;

- **A sistematização dos dados coletados na pesquisa:** conforme destaca Pontuschka (2004), a partir do trabalho de campo se inicia um processo de sistematização, extremamente cuidadoso, de todo o material obtido e registrado nos desenhos, nas fotografias, nos poemas, nas anotações, no falar dos moradores. Dessa forma, os múltiplos saberes, somados às várias experiências e saberes conquistados no campo, se encontram na sala de aula, potencializando o aprendizado.

Assim, entende-se que a metodologia do “**Estudo do Meio**” vai ao encontro da proposta de projetos interdisciplinares da ETEC Amim Jundi, em especial para o trabalho a ser desenvolvido, subsidiando o planejamento das ações a serem executadas.

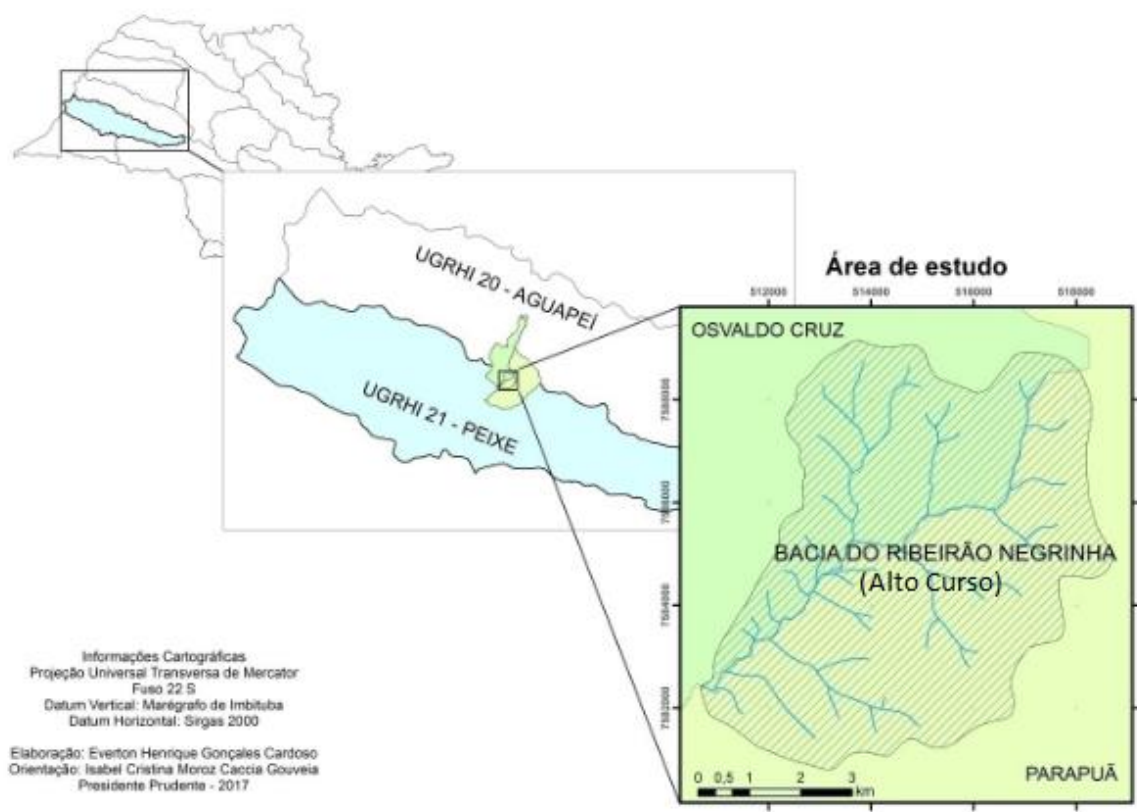
4 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Breve caracterização da área de estudo

A microbacia do Ribeirão Negrinha está localizada na bacia hidrográfica do Rio do Peixe, abrangendo áreas dos municípios de Osvaldo Cruz, Parapuã e Sagres, com área total de 135,71 km². Ressalta-se, conforme já foi mencionado durante a pesquisa, que a bacia hidrográfica do Rio do Peixe é contígua à do rio Aguapeí, sendo definidas como UGRHI 21 e 20 respectivamente, compondo o Comitê de Bacia Hidrográfica Aguapeí-Peixe.

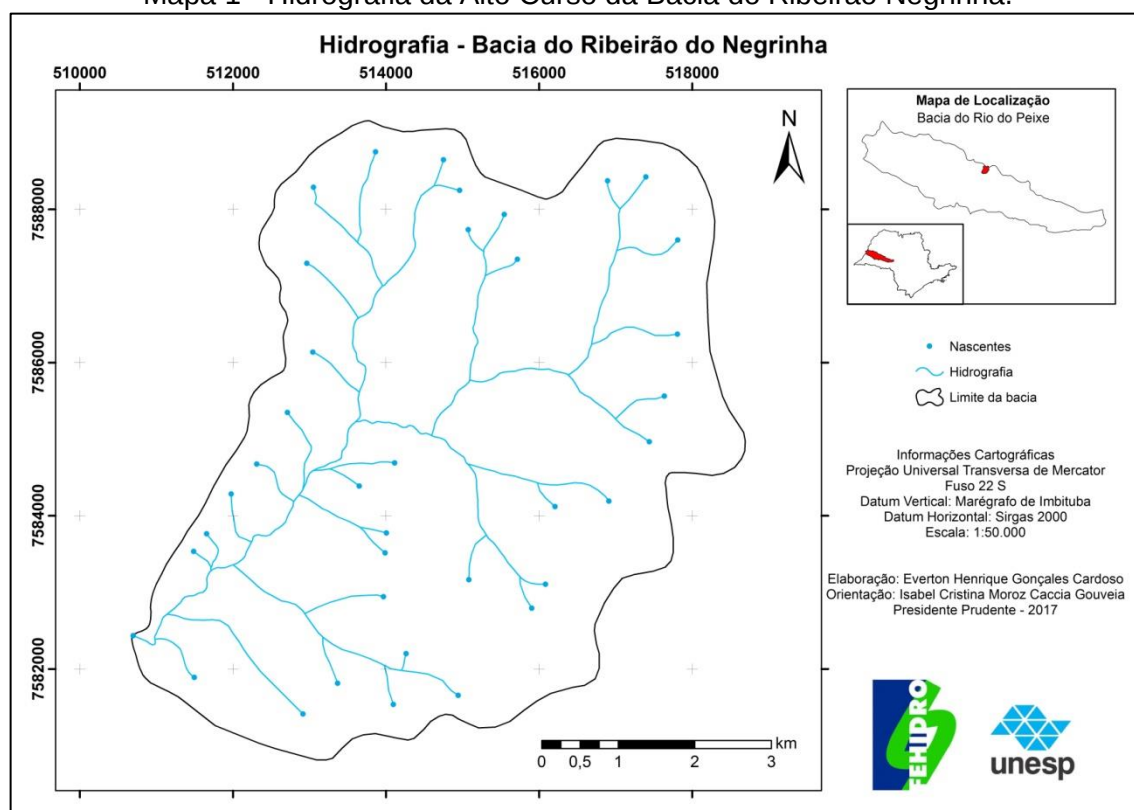
A Figura 1 ilustra a localização das Bacias Aguapeí-Peixe. Em linhas azuis, o posicionamento do Ribeirão Negrinha junto às bacias.

Figura 1– Bacias do Aguapeí e Peixe e localização do Ribeirão Negrinha (Alto Curso).



Ressalta-se que a determinação da fragilidade ambiental proposta no presente estudo, deu-se somente no alto curso da bacia, limitando-se à área de manancial do Município de Osvaldo Cruz-SP, conforme ilustra o Mapa 1.

Mapa 1 - Hidrografia da Alto Curso da Bacia do Ribeirão Negrinha.



Optou-se por esse recorte em razão da condição estratégica da bacia hidrográfica para o abastecimento urbano de água em Osvaldo Cruz, uma vez que a cidade depende majoritariamente dessa captação de água superficial.

Os municípios de Osvaldo Cruz e Parapuã estão localizados em uma região na qual predominam Argissolos, com significativo potencial de erodibilidade. Ainda, destaca-se o volume/características das chuvas na região, fatores a serem considerado nos processos erosivos, com médias anuais próximas aos 1.400 mm, concentradas sobretudo no verão (FEPAF, 2000).

Segundo estudos do Programa de controle de erosão e de assoreamento da FEPAF/CESP (opcit) a degradação dos solos por processos erosivos no município de Osvaldo Cruz chega a gerar uma perda de mais de 90% da capacidade de armazenamento da represa de captação de água do núcleo urbano, sob a responsabilidade da Sabesp, em razão de assoreamento.

4.2 Metodologia para o mapeamento da fragilidade

A bacia hidrográfica foi utilizada como recorte de análise, em conformidade com pressupostos já observados, destacando o potencial para análises sistêmicas, conforme ressalta Ab'Saber (1996), Moroz – Caccia Gouveia (2010), a Lei Estadual nº 7.663, de 30/12/1991 e a Lei Federal nº 9.433, de 08/01/1997.

Foi realizado o georreferenciamento da carta topográfica do Município de Osvaldo Cruz, folha SF-22-X-C-IV-3 em escala 1:50.000, disponibilizada pelo IBGE (1974). Assim, deu-se a delimitação da área, com a vetorização a partir das curvas de nível.

A rede de drenagem foi vetorizada manualmente, com base nas imagens de satélite do software Google Earth, ano de 2016.

Para elaboração do Mapa de Fragilidade Ambiental foi utilizado o software SIG ArcGis 10.3 e as seguintes informações: dados de uso e cobertura da terra; dados de tipos de solos; dados de curvatura e declividade do terreno produzidos a partir do Modelo Digital de Elevação do SRTM (Projeto Topodata), de resolução espacial de 30 metros.

A determinação da fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Negrinha deu-se a partir da proposta de Ross (1994).

Assim, foram necessários dados acerca da curvatura do terreno (superfícies), classificadas em retilíneas, convexas e côncavas, com classes e valores conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Classes e Categorizações do Mapa de Curvatura do terreno.

Vertentes	Fragilidade	Classe
Retilínea	Média	3
Convexa	Forte	4
Côncava	Muito Forte	5

Fonte: adaptado de Ross (1994).

Org.: O autor.

Também, apresentação das declividades do terreno agrupadas em intervalos de classes, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Classes e Categorizações do Mapa de Declividade.

Declividade (%)	Fragilidade	Classe
0,00 – 6,00	Muito Fraca	1
6,01 – 12,00	Fraca	2
12,01 – 20,00	Média	3
20,01 a 30,00	Forte	4
Superior a 30,00	Muito Forte	5

Fonte: adaptado de Ross (1994).

Org.: O autor.

A partir do cruzamento de informações relativas à curvatura do terreno e a declividade tem-se o cálculo da fragilidade do terreno (produto intermediário para a verificação da fragilidade ambiental da área). O mapa de solos foi obtido a partir do estudo da FEPAF/CESP (2000). Contudo, foi adaptado, através do agrupamento das classes de Latossolos, Argissolos, Hidromórficos e Neossolos. Posteriormente, atribuíram-se classes de fragilidade ou de erodibilidade. Assim, definiu-se, adaptando a metodologia de Ross (1994) aos dados disponíveis, apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Classes e Categorizações do Mapa de Solos.

Solos	Fragilidade	Classe
Latossolos	Fraca	2
Argissolos	Forte	4
Neossolos	Muito Forte	5
Hidromórficos	Muito Forte	5
Área Urbana	Forte	4

Fonte: adaptado de Ross (1994).

Org.: O autor.

Ainda, foi necessária a elaboração de mapa de uso da terra e cobertura vegetal, por meio de imagens de satélites disponibilizadas pelo software Google Earth, com classificação visual, complementada por trabalhos de campo, quando necessário. Ademais, foram definidas classes e categorizações de acordo com Ross (1994), atribuindo-se maior ou menor grau de proteção. Diante disso, considerou-se os dados de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4 – Classes e Categorizações do Mapa de Uso da Terra.

Uso da Terra	Fragilidade	Classe
Mata	Muito Fraca	1
Silvicultura	Fraca	2
Pastagem	Média	3
Culturas Permanentes	Média	3
Culturas anuais (incluindo cana)	Forte	4
Área Urbana ¹²	Forte	4
Lixão	Muito Forte	5
Represas	Sem valores	-

Fonte: adaptado de Ross (1994).

Org.: O autor.

A partir dos produtos intermediários (mapas de declividade, curvatura, classe de solos e uso da terra) foi possível dimensionar os graus de fragilidade ambiental. Para tanto, foram atribuídos pesos iguais para o uso da terra, os tipos de solo e a fragilidade do terreno (curvatura e declividade).

Com a identificação dos níveis de fragilidade, deu-se a exploração da bacia, por meio da seleção de 19 pontos para análise, observando os aspectos predominantes na determinação das fragilidades encontradas.

4.3 Metodologia para o desenvolvimento da ação de educação ambiental

A presente pesquisa buscou, além de realizar o mapeamento da fragilidade ambiental do Ribeirão Negrinha, aproximar os dados da comunidade por meio de uma atividade de educação envolvendo os alunos do Técnico em Meio Ambiente da Etec Amim Jundi, pertencente ao Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, no Município de Osvaldo Cruz-SP.

A atividade conta com o apoio da equipe de docentes com aulas atribuídas no primeiro semestre de 2017, assim como da direção e da coordenação pedagógica da unidade. A organização das ações se deu por meio de reuniões de planejamento, realizadas no início do semestre letivo.

Assim, os resultados do mapeamento da fragilidade ambiental subsidiaram o desenvolvimento do projeto semestral interdisciplinar, com base em

¹²As áreas urbanas foram definidas como de fragilidade forte em razão de, nesta área de estudo, serem majoritariamente formada por loteamentos recentes, com muita movimentação e exposição de solo, bem como por apresentarem problemas de microdrenagem, incorrendo na potencialização de processos erosivos, conforme será exemplificado no decorrer do trabalho.

procedimentos propostos pelo Plano de Curso e Supervisão Educacional, definindo: título do projeto, resumo das ações, justificativas (pertinência, relevância e viabilidade), objetivos (geral e específicos), procedimentos metodológicos, envolvimento de cada componente curricular e resultados esperados.

A organização das atividades em sala e de campo, bem como o registro das informações, foram baseados na proposta de Pontuschka, Paganeli e Cacete (2007), denominada de “Estudo do Meio”.

Para tanto, é importante reconhecer no processo:

- a) os sujeitos sociais envolvidos (a percepção dos indivíduos diante da realidade estudada e a sensação de pertencimento para com ela);
- b) a definição dos ambientes e temas a serem estudados;
- c) o delineamento de objetivos e o planejamento das ações;
- d) a elaboração de cadernos de campo (possibilitando acesso a informações prévias, ações a serem desenvolvidas e espaços para anotação);
- e) o estabelecimento de roteiros e cronogramas das atividades de campo (previamente definidos);
- f) o levantamento de textos e materiais de apoio (previamente realizado pelos professores envolvidos);
- g) o estabelecimento de roteiro de entrevistas;
- h) a viabilização de momentos e materiais para registros (anotações, desenhos e croquis);
- i) a promoção de situações de avaliação (observação direta, questionários em campo, questões objetivas e elaboração de relatórios em grupo).

Em síntese, o projeto de educação ambiental consistiu no desenvolvimento de uma atividade interdisciplinar, por meio de ações em sala de aula, complementadas por visitas técnicas seguidas de sistematizações de informações e avaliações de aprendizagem.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com Spörl e Ross (2004), os estudos relativos às fragilidades dos ambientes são muito relevantes ao planejamento ambiental. A gestão do território se torna mais eficiente quando se conhece adequadamente o ambiente natural e suas fragilidades potenciais e emergentes, permitindo a definição de diretrizes e ações a serem desenvolvidas em um determinado recorte espacial.

Ross (1994), na análise ambiental, parte do pressuposto que na natureza as trocas de energia e matéria se processam através de relações em equilíbrio dinâmico. Assim, os sistemas ambientais, diante das intervenções humanas, apresentam maior ou menor fragilidade em função de suas características de formação. Desse modo, qualquer alteração nos diferentes componentes da natureza (clima, água, rocha, relevo, solos, vegetação etc.) compromete a funcionalidade do sistema, alterando o seu estado de equilíbrio dinâmico, gerando estados de desequilíbrio temporários ou mesmo permanentes.

Spörl e Ross (opcit) salientam que estas variáveis, quando abordadas de forma integrada possibilitam a obtenção de um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais. Assim, Ross (1994), ao considerar os diferentes estados de equilíbrio e desequilíbrio aos quais o ambiente está submetido, sistematizou uma hierarquia nominal de fragilidade representada por códigos, sendo: muito fraca (1), fraca (2), média (3), forte (4) e muito forte (5).

Nesse estudo, a identificação dos níveis de fragilidade ambiental do alto curso da bacia hidrográfica do Ribeirão Negrinha se deu por meio do cruzamento de características da curvatura do terreno, das declividades do terreno, dos tipos de solos e dos diferentes usos e coberturas da terra.

5.1 A curvatura do terreno (superfície do terreno)

A Tabela 5 apresenta as áreas e percentuais de fragilidade de cada uma das classes de curvatura observadas na bacia hidrográfica. Os valores seguem a proposta metodológica de Ross (1994).

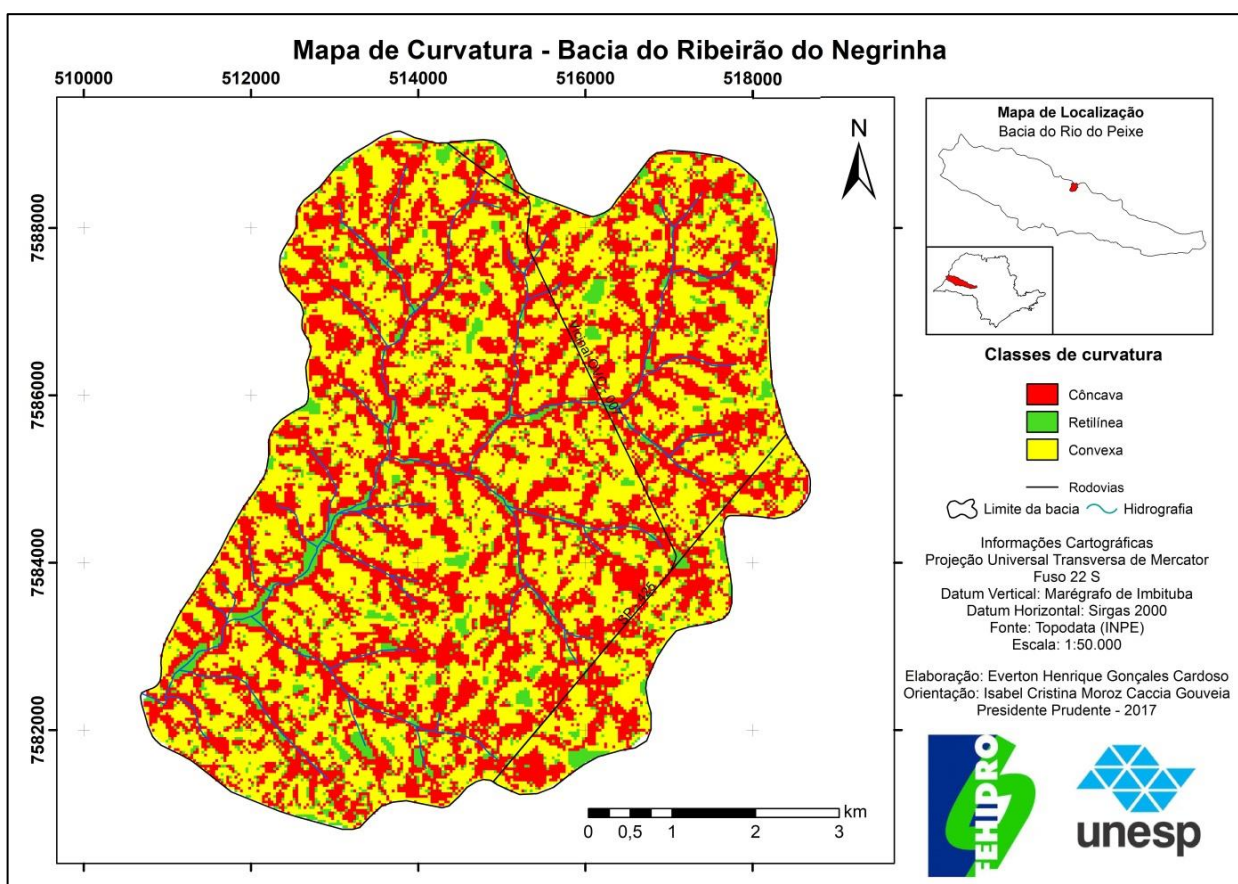
Tabela 5 – Curvatura do terreno na Alto Curso da Bacia do Ribeirão Negrinha.

Classes de curvatura	Fragilidade	Curvatura	Área	
			km ²	%
Côncava	Muito Forte	-0,01	18,39	41,76
Retilínea	Média	0	3,51	7,97
Convexa	Forte	0,01	22,14	50,27
Total		-	44,04	100,00

Nota-se, portanto, um discreto predomínio de vertentes convexas, destacadas por sua fragilidade forte, compondo, portanto, pouco mais de 50% da bacia. Na sequência, com pouco mais de 41%, destacam-se as vertentes côncavas, de fragilidade muito forte.

O Mapa 2, apresentado a seguir, ilustra a disposição das formas dos segmentos de vertentes observadas na bacia.

Mapa 2– Curvatura do terreno do Alto Curso da Bacia do Ribeirão Negrinha.



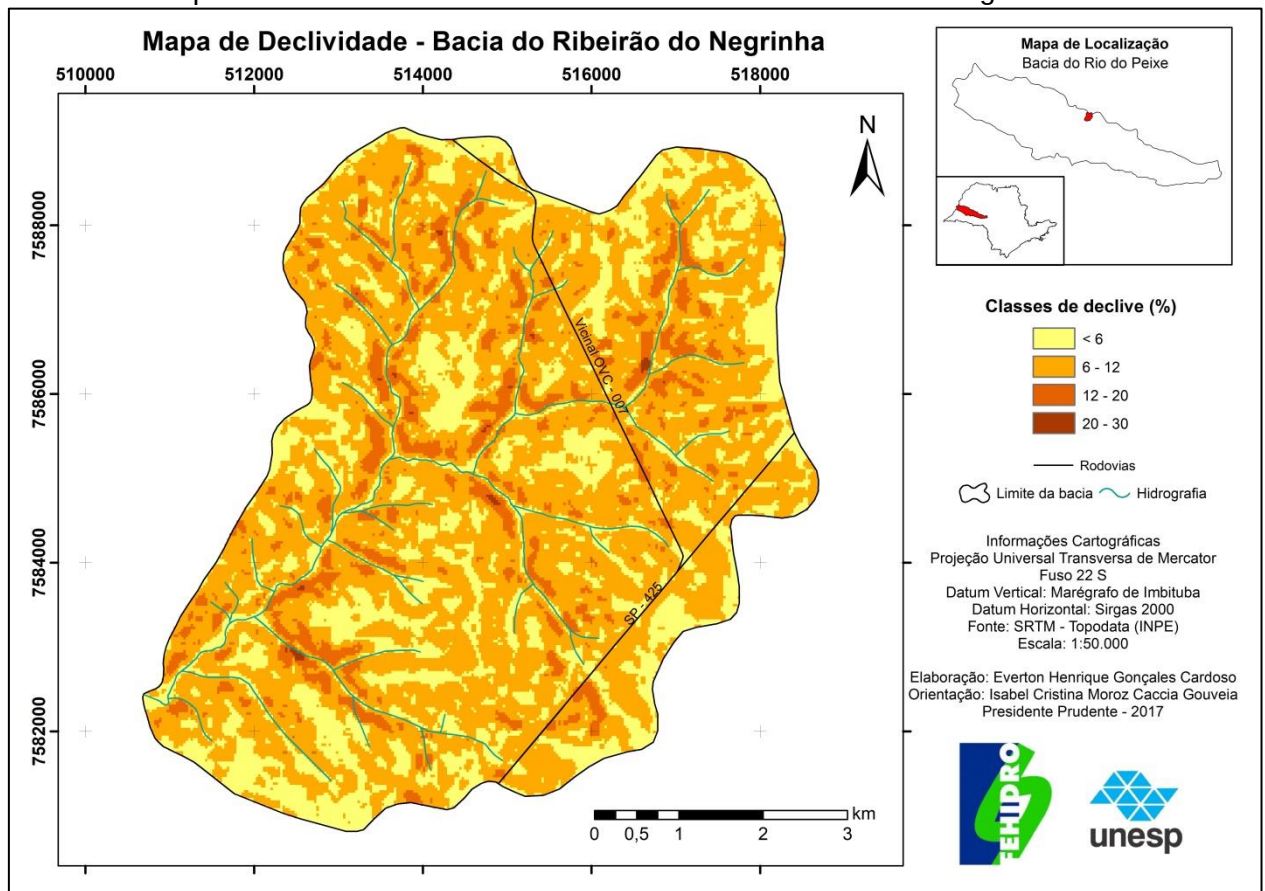
5.2 A Declividade do Terreno

Na observação da declividade, produto intermediário importante para a aferição da fragilidade do terreno, notou-se um predomínio dos valores entre 6,01 a 12,00%, conferindo uma fragilidade fraca. Na sequência, tem-se as declividades inferiores a 6% (fragilidade muito fraca) e no intervalo entre 12,01 a 20,00% (fragilidade média). Os valores de fragilidade forte (superiores a 20% de declividade) foram pouco expressivos. Os dados estão sintetizados na Tabela 6 e ilustrados no Mapa 3, apresentados a seguir.

Tabela 6 – Declividade do terreno na Bacia do Ribeirão Negrinha.

Declividade	Área	
	km ²	%
0,00 a 6,00%	12,29	27,91
6,01 a 12,00%	27,40	62,21
12,01 a 20,00%	4,29	9,74
20,01 a 30%	0,06	0,14
Total	44,04	100,00

Mapa 3– Declividade do Alto Curso da Bacia do Ribeirão do Negrinha.



5.3 A Fragilidade do Terreno

O cruzamento das informações relativas à curvatura do terreno e a declividade do terreno geram o produto intermediário “fragilidade ambiental do terreno”, de acordo com a proposta de Ross (1994). Ressalta que este é fundamental para a verificação da fragilidade ambiental, possuindo peso idêntico aos tipos de solos e ao uso e cobertura da terra no cruzamento das informações.

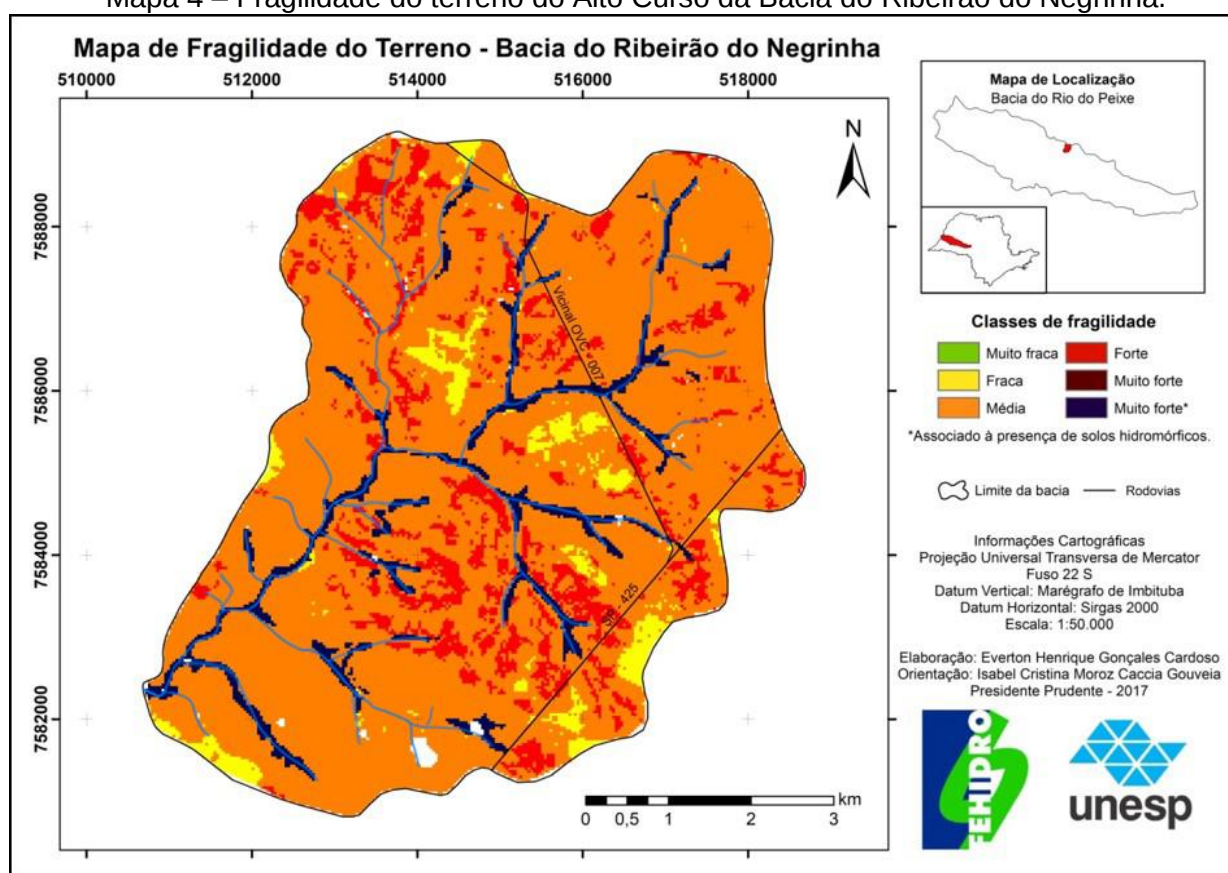
A Tabela 7 apresenta os resultados aferidos, destacando-se a fragilidade média, presente e mais de 79% da área de estudo. As informações estão apresentadas no Mapa 4.

Tabela 7 – Fragilidade do terreno na Bacia do Ribeirão Negrinha.

Classes de Fragilidade	Área	
	km ²	%
Restrito (Muito Forte) ¹³	2,63	5,99
1 – Muito Fraca	0,00	0,00
2 – Fraca	1,70	3,87
3 – Média	34,90	79,53
4 – Forte	4,65	10,60
5 – Muito Forte	0,00	0,00
Total	43,88*	100

*As áreas com represas não foram consideradas (ocupam 0,16 km² na bacia).

Mapa 4 – Fragilidade do terreno do Alto Curso da Bacia do Ribeirão do Negrinha.



5.4 Os Solos

O levantamento dos solos se deu a partir de estudo realizado pela FEPAF/CESP (2000), escala 1:50.000. Para este estudo, optou-se pelo agrupamento de solos, desconsiderando, por exemplo, as diferenças entre os Argissolos, Assim,

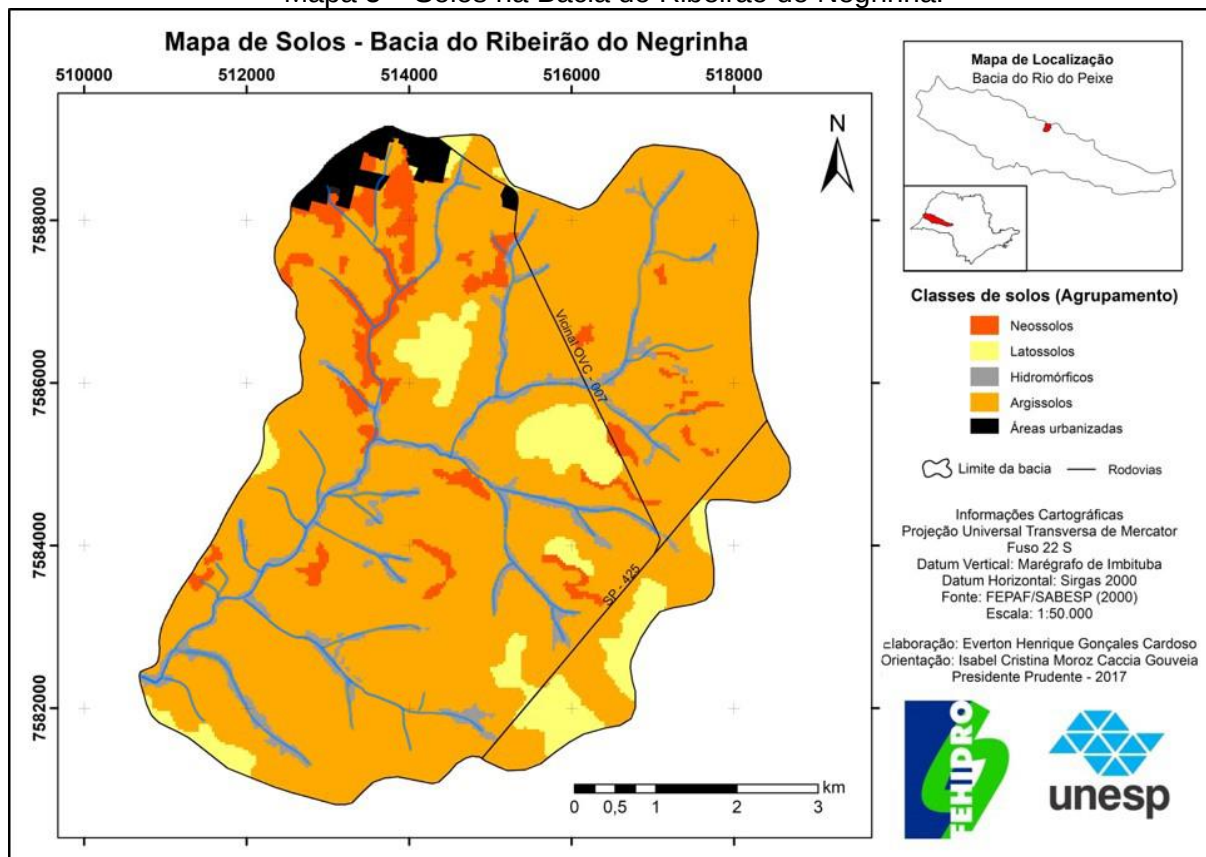
¹³ Esses ambientes, associados a solos hidromórficos, são classificados como restritos e de fragilidade muito forte face às inundações e grande instabilidade do terreno.

predominam na bacia hidrográfica os Argissolos, de fragilidade forte, seguido por manchas de Latossolos, de fragilidade fraca. Ainda, apresentam-se na bacia áreas de Neossolos e Planossolos Hidromórficos, ambos de fragilidade muito forte. Este último, correspondendo às planícies de inundação, é bastante instável, susceptível à erosão e carreamento de sedimentos, exigindo manejos adequados e, principalmente, proteção ambiental. A Tabela 8 apresenta áreas e os percentuais de cobertura da bacia de cada um dos solos observados, bem como o Mapa 5 ilustra as áreas de ocorrência.

Tabela 8 – Solos na Bacia do Ribeirão Negrinha.

Solos	Área	
	km ²	%
Área urbanizada	0,82	1,86
Hidromórfico	2,67	6,06
Neossolos	2,64	5,99
Latosolos	3,6	8,17
Argissolos	34,31	78,16
Total	44,04	100

Mapa 5 – Solos na Bacia do Ribeirão do Negrinha.



5.5 O uso da terra e a cobertura vegetal

Por meio de interpretação de imagens de satélite do Google Earth e trabalhos de campo, obteve-se o uso e cobertura da terra atualizado na área de estudo. Nota-se, deste modo, o predomínio de pastagens, ocupando pouco mais de 62% da área, sendo classificada como fragilidade média. Em seguida, têm-se culturas anuais, também conhecidas como lavouras temporárias, com amplo destaque para a presença da cana-de-açúcar, definidas como de forte fragilidade e ocupando pouco mais de 21% da área.

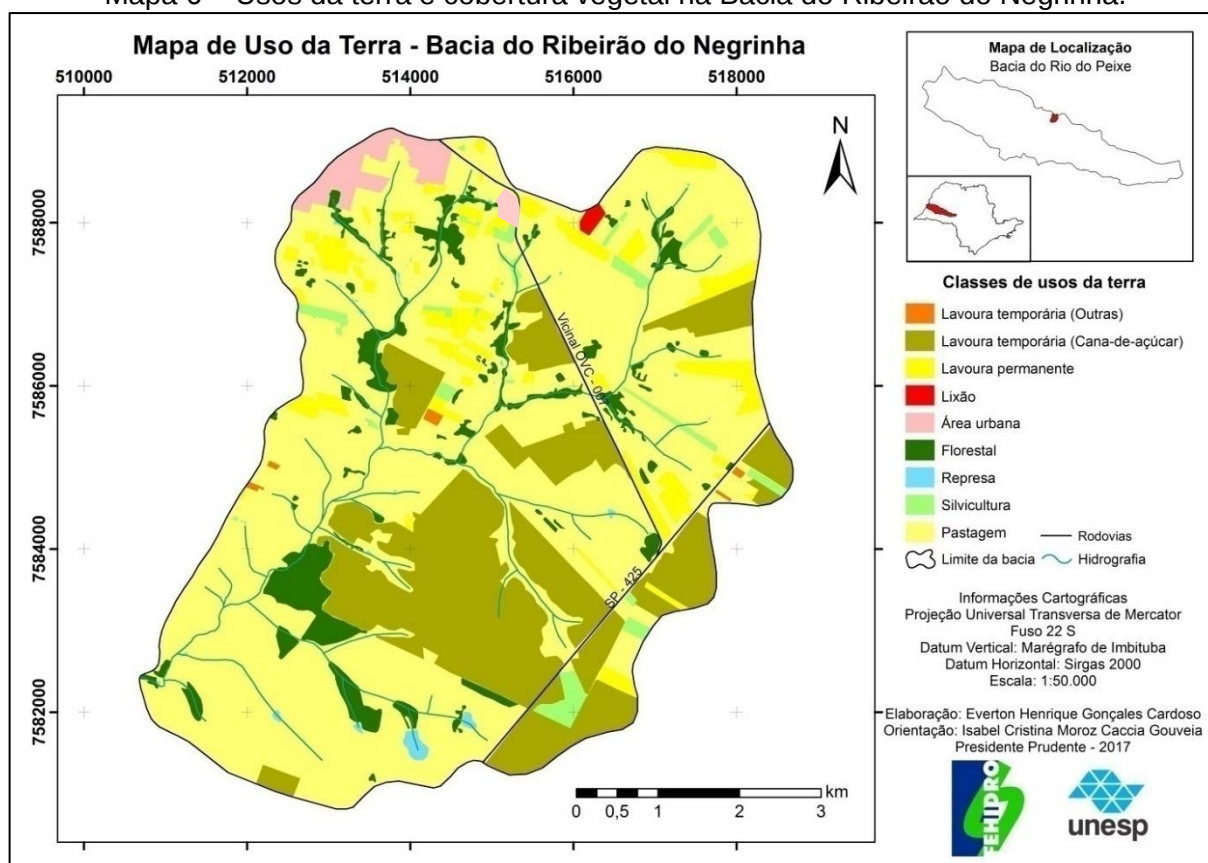
Tem-se, ainda, a presença de silvicultura (destaque para o eucalipto e a seringueira), culturas permanentes (amplo destaque para o café), fragmentos de mata (floresta estacional semidecídua), represas artificiais, áreas urbanas e, propositalmente separada, a área do “lixão” municipal (solo exposto).

A Tabela 9 apresenta os percentuais, bem como o Mapa 6 ilustra as áreas de ocorrência de cada uso da terra.

Tabela 9 – Uso da Terra na Bacia do Ribeirão Negrinha.

Classes de uso da terra	Área	
	km ²	%
Silvicultura	0,83	1,88
Cultura permanente	2,48	5,63
Cultura anual (temporária)	9,62	21,84
Pastagem	27,33	62,06
Mata	2,72	6,18
Lixão	0,07	0,16
Urbano	0,82	1,86
Represa	0,17	0,39
Total	44,04	100,00

Mapa 6 – Usos da terra e cobertura vegetal na Bacia do Ribeirão do Negrinha.



5.6A fragilidade ambiental aos processos erosivos

A partir do cruzamento dos produtos temáticos anteriores, ou seja, a fragilidade do terreno (curvatura da superfície + declividade), tipos de solos e uso da terra, obteve-se o mapa síntese de fragilidade ambiental. Para tanto, na ferramenta

de análise multi-criterial ponderada do ArcGis (SpatialAnalystTools>Overlay>Weighted overlay), cada um deles recebeu igual peso, ou seja, 33,33%, de acordo com a proposta de Ross (1994).

Predominou na área de estudo a fragilidade média, seguida da fragilidade forte. Ambas, somadas, representam mais de 93% da bacia.

A Tabela 10 apresenta as classes de fragilidade, as áreas e percentuais dentro da bacia. O Mapa 7 ilustra a fragilidade ambiental observada.

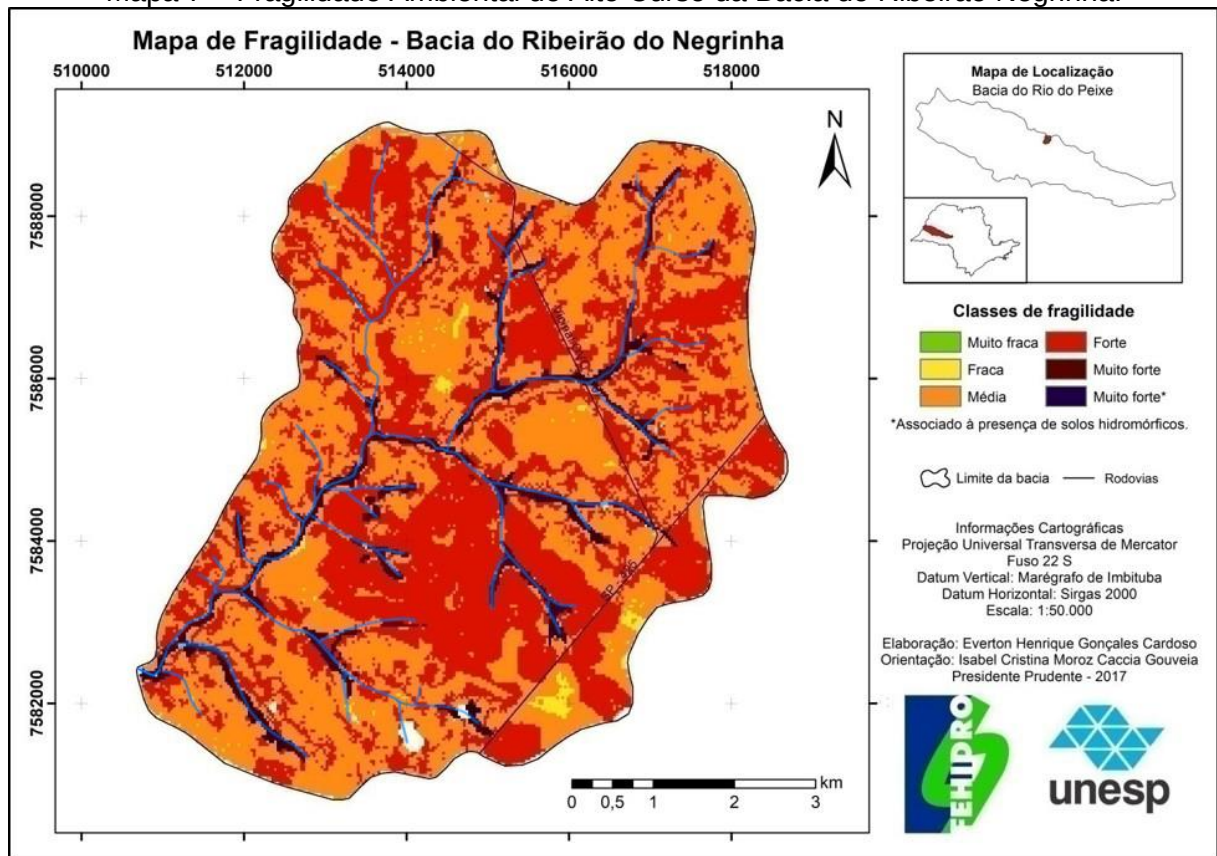
Tabela 10 – Fragilidade na Bacia do Ribeirão Negrinha.

Classes de Fragilidade	Área	
	km ²	%
Restrito (Muito Forte) ¹⁴	2,63	5,99
1 – Muito Fraca	0	0,00
2 – Fraca	0,41	0,93
3 – Média	21,86	49,81
4 – Forte	18,98	43,25
5 – Muito Forte	0	0,00
Total	43,88*	100

*As áreas com represas não foram consideradas (ocupam 0,16 km² na bacia).

¹⁴ Esses ambientes, associados a solos hidromórficos, são classificados como restritos e de fragilidade muito forte face às inundações e grande instabilidade do terreno.

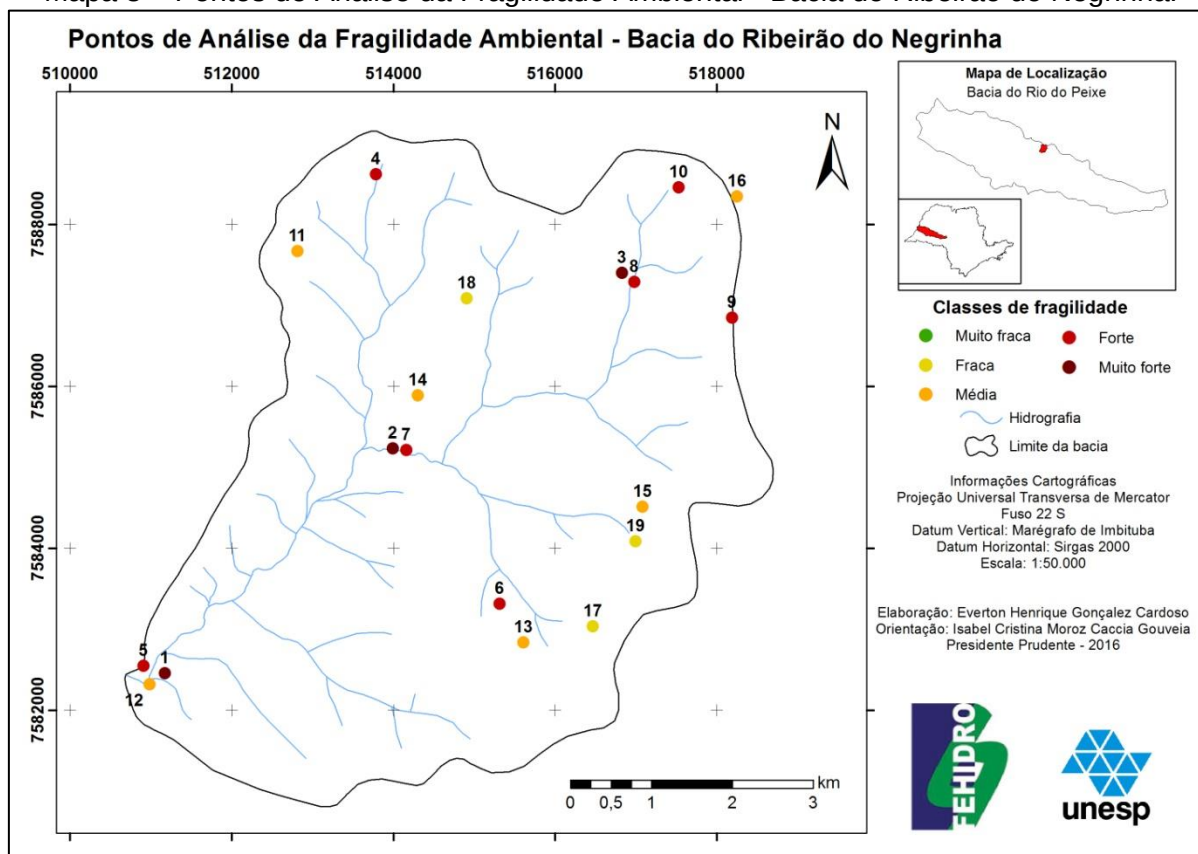
Mapa 7 – Fragilidade Ambiental do Alto Curso da Bacia do Ribeirão Negrinha.



Ao longo do mês de abril de 2017, foram realizados trabalhos de campo para melhor compreensão da situação da área de estudo. Foram destacados 19 pontos para análise da fragilidade, sendo 3 relativos à Fragilidade Muito forte, 7 à Fragilidade Forte, 6 à Fragilidade Média e 3 aos ambientes de Fragilidade Fraca, a partir dos resultados obtidos e apresentados no Mapa 7. O Mapa 8 ilustra a localização dos pontos analisados

Ressalta-se que a fragilidade ambiental destacada por meio desta modelagem representa uma tendência, com vistas a contribuir para o planejamento e respectivos limites para o uso/ocupação do território. Assim, as combinações dos fatores ambientais, por si só, não representam problemas, mas, dependendo das atividades desenvolvidas sobre elas, potencializa-se a fragilidade (no caso, aos processos erosivos).

Mapa 8 – Pontos de Análise da Fragilidade Ambiental - Bacia do Ribeirão do Negrinha.



5.6.1 Ambientes de Fragilidade Muito Forte

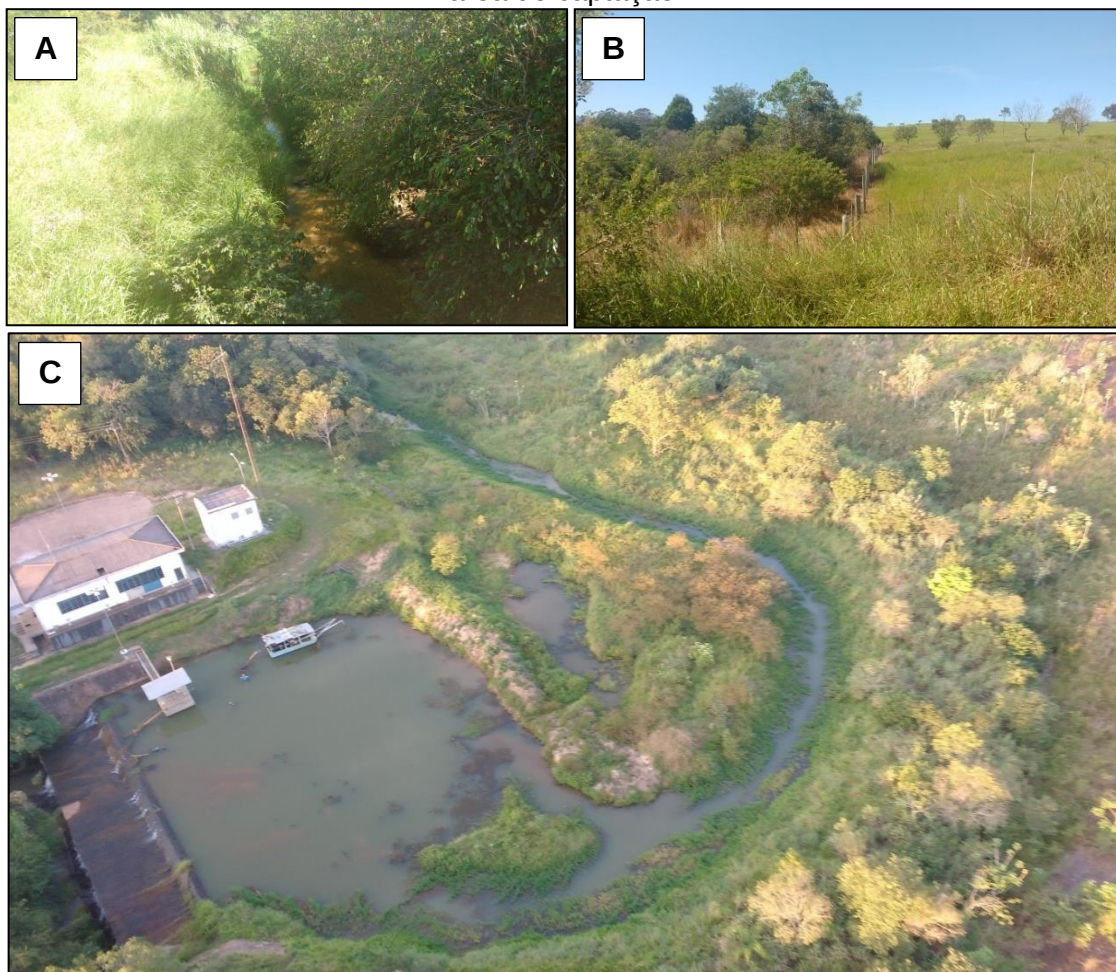
5.6.1.1 Ponto 1–Ribeirão Negrinha – Ponte próxima à captação da SABESP¹⁵

Ambiente com a presença de solos hidromórficos (Figura 2 A), muito susceptíveis a processos erosivos, potencializados pela supressão parcial de vegetação ciliar. Igualmente, a atividade pecuária colabora para a compactação do solo e criação de caminhos preferenciais de escoamento, potencializando a erosão e o assoreamento.

Ressalta-se que, nos últimos anos, na porção sob a posse da Sabesp, à montante da ponte, projetos de recuperação da vegetação ciliar foram realizados em parceria com escolas e clubes de serviços (Figura 2 B e C).

¹⁵Coordenadas aproximadas: 21°51'42.76"S e 50°53'30.78"O, com elevação de 366 metros.

Figura 2– A e B. Ribeirão Negrinha à jusante da captação da Sabesp; C. Vista aérea da área de captação.



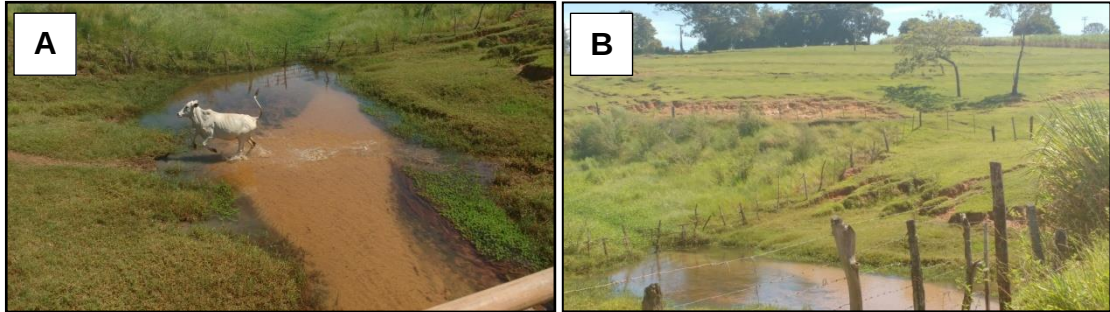
Fonte: Arquivo pessoal (2017).

5.6.1.2 Ponto 2–Ribeirão Negrinha – Estrada Poloni/Poeit¹⁶

Mais uma vez, destaca-se uma área de fragilidade muito forte em razão da presença de solos hidromórficos em fundos de vale desprovidos de mata ripária, com impactos ambientais potencializados por canaviais e pela criação de gado (erosão e assoreamento). Nesse trecho do Ribeirão Negrinha, na confluência com ponte de madeira sentido Poloni-Pesqueiro Poeit, nota-se grande assoreamento, além de muitos processos erosivos no entorno (Figuras 3 A e B).

¹⁶Coordenadas aproximadas: 21°50'12.26"S e 50°51'52.55"O, com elevação de 379 metros.

Figura 3– A. Pecuária e B. Processos erosivos em área de preservação permanente.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

5.6.1.3 Ponto 3–Ribeirão Negrinha – Estrada das Três Pontes¹⁷

Assim como nos pontos anteriormente apresentados, a fragilidade muito alta se deve à presença de solos hidromórficos, bastante instáveis, somados à inobservância das áreas de preservação permanentes e do forte assoreamento (Figuras 4 A e B).

Figura 4– A. Áreas com solos hidromórficos e B. Supressão de vegetação em APP.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

Também merece destaque o fato desta ponte ser constantemente comprometida em eventos torrenciais de precipitação, notadamente na estação das chuvas (Verão). Isso também se deve, além do grande volume de água no curso em seu leito maior sazonal, ao escoamento da água na estrada, dada sua forte declividade em ambos os lados e a falta de dispersores de energia do escoamento da água.

¹⁷Coordenadas aproximadas: 21°49'01.61"S e 50°50'13.90"O, com elevação de 445 metros.

5.6.2 Ambientes de Fragilidade Forte

5.6.2.1 Ponto 4 –Residencial Pitangueiras¹⁸

O primeiro ponto selecionado para registro encontra-se na transição do ambiente urbano e de expansão urbana (porção Sul) com a zona rural. Trata-se do Jardim América, Residencial Parque Santa Mônica (condomínio fechado), além do recém criado Jardim Pitangueiras. Ambiente com a presenças de manchas de Neossolo e declividade de vertentes entre 12 e 20%. Destacam-se muitos processos erosivos associados ao escoamento de esgoto pluvial, potencializados pela falta de estrutura hidráulica, criando caminhos preferenciais na estrada não pavimentada existente (Figuras 5 A e B).

Dependendo das características do terreno e das condições de infraestrutura local, o escoamento superficial tem capacidade para provocar o desenvolvimento de processos erosivos de grande porte, causando sérios prejuízos ao ambiente urbano. As imagens a seguir apresentam, respectivamente, a criação de caminhos preferenciais junto a uma via não pavimentada e o lançamento de esgoto pluvial de um condomínio fechado junto à estrada.

Figura 5– A. Escoamento superficial e B. Danificação de estradas rurais.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

Ainda, esta via encontra-se constantemente em manutenção, fruto do lançamento da água de chuva que, segundo as atuais leis de parcelamento do solo urbano, estão em desconformidade, uma vez que não são destinadas até o curso d'água mais próximo.

¹⁸Coordenadas aproximadas: 21°48'22.10"S e 50°52'00.01"O, com elevação de 442 metros.

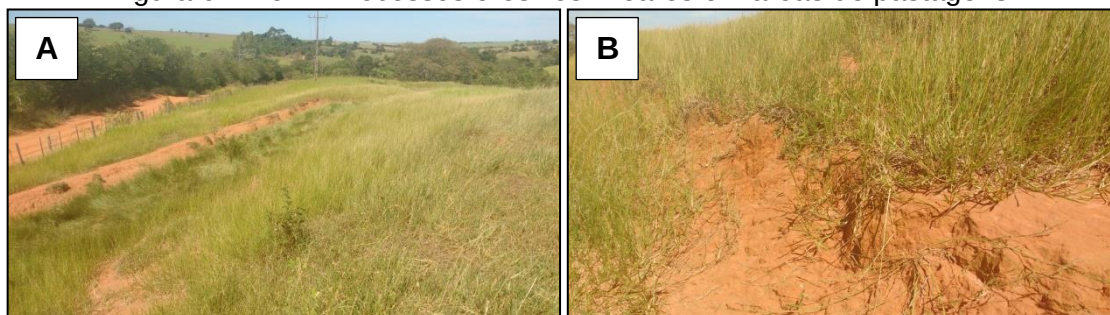
Reforça-se a necessidade de obras de microdrenagem, evitando o escoamento direto sobre o solo, através de estruturas de captação e condução das águas superficiais (sarjetas, bocas de lobo, coletores, galerias e poços de visita) e de Macrodrenagem que são obras responsáveis pelo escoamento final das águas pluviais drenadas da área urbana, para fora do perímetro urbano, até atingirem os locais adequados para deságue em dissipadores de energia, ou seções artificiais ou naturais, hidraulicamente estáveis (emissários em tubos de concreto armado, canais abertos ou fechados de concreto armado, canais abertos em gabiões e grama).

A realidade apresentada, seguramente contribui para o carreamento de sedimentos e consequente assoreamento a jusante na bacia.

5.6.2.2 Ponto 5 –Margem direita da Estrada da Negrinha – próximo à captação¹⁹

O ambiente é caracterizado por declividades que ultrapassam os 20%, predomínio de Argissolos e vertentes côncavas e convexas. Predomina como uso da terra a pastagem, no caso, com técnicas de conservação insuficientes, já que as curvas de nível existentes não sofreram manutenção recente, estando comprometidas pelo escoamento superficial (Figuras 6 A e B). Diante disso, potencializam-se processos erosivos, contribuindo para o carreamento de sedimentos para o curso d'água Negrinha e Walesburgo, a jusante, ambos bastante assoreados.

Figura 6– A e B. Processos erosivos lineares em áreas de pastagens.



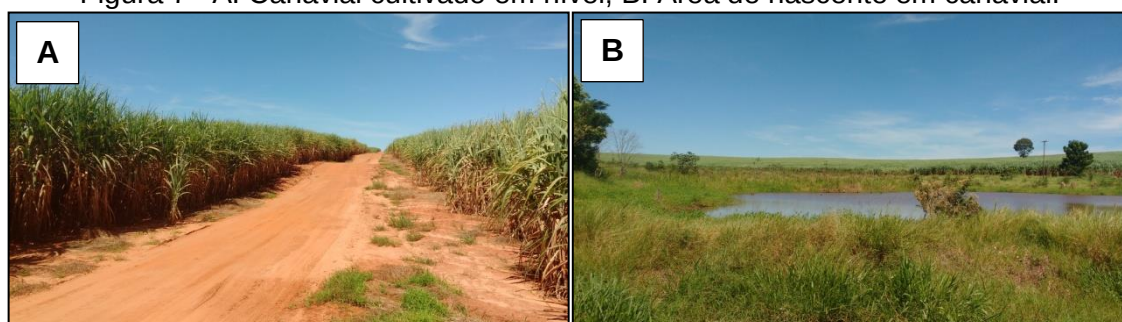
Fonte: Arquivo pessoal (2017).

¹⁹Coordenadas aproximadas: 21°51'39.77"S e 50°53'39.98"O, com elevação de 367 metros.

5.6.2.3 Ponto 6–Canavial da Usina Califórnia – Próximo ao Pesqueiro Poeit²⁰

A combinação da cultura da cana de açúcar, Argissolos, vertentes convexas e côncavas e declividade majoritariamente superior a 12% conferem fragilidade forte a este ambiente. Contudo, ressalta-se a utilização de medidas de conservação o plantio em nível de cana-de-açúcar (Figura 7 A) e a delimitação de áreas de nascentes (embora sem reflorestamento, contando somente com o isolamento).(Figura 7 B).

Figura 7– A. Canavial cultivado em nível; B. Área de nascente em canavial.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

5.6.2.4 Ponto 7 –Pecuária na Estrada Poloni–Poeit²¹

De acordo com o mapeamento realizado, a área em questão foi classificada como de fragilidade forte. A partir do cruzamento de informações de gabinete com as de campo, pode-se perceber que esse resultado se dá pela combinação de declividade próxima a 20%, presença de Argissolos, vertentes côncavas e convexas. O cenário é agravado por pecuária sem o adequado manejo das pastagens (Figuras 8 A e C), com forte presença de sulcamentos e, por consequência, contribuição para o assoreamento do curso d'água.

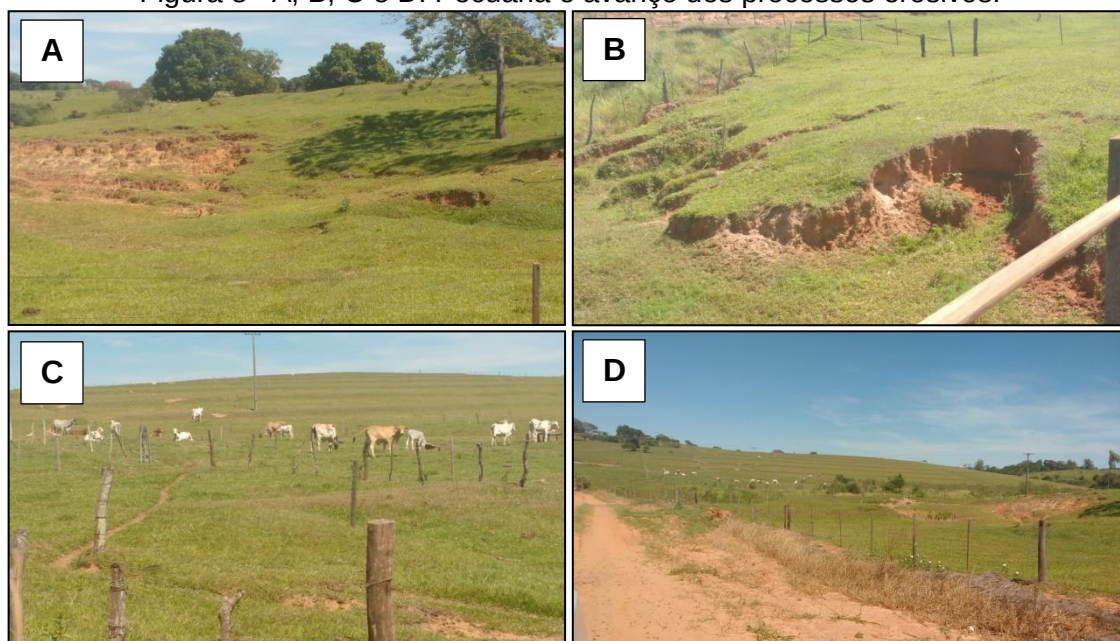
Igualmente, destaca-se a inobservância das áreas de preservação permanentes (Figura 8. B), além de processos erosivos em estágio avançado, comprometendo o ambiente e, mesmo, o pleno aproveitamento econômico da propriedade rural.

²⁰Coordenadas aproximadas: 21°51'14.67"S e 50°51'06.21"O, com elevação de 428 metros.

²¹Coordenadas aproximadas: 21°50'12.89"S e 50°51'46.78"O, com elevação de 383 metros.

Ainda, devido à falta de medidas adequadas de manutenção, neste ponto, também, a estrada torna-se um corredor preferencial para o escoamento de água (Figura 8. D), colaborando para a potencialização do escoamento superficial ante a infiltração.

Figura 8– A, B, C e D. Pecuária e avanço dos processos erosivos.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

Na perspectiva ambiental, a manutenção das estradas de terra está intimamente ligada ao controle de erosões e da perda de solos, a conservação e recuperação das áreas, a diminuição do assoreamento de córregos e rios. Todos esses fatores estes que afetam a composição da paisagem local e a preservação do meio ambiente.

De acordo com a FEPAF (2000)

As águas das estradas devem ser lançadas nas glebas vizinhas, não permitindo que glebas vizinhas lancem águas nas estradas; As glebas vizinhas devem receber as águas das estradas através da captação nos terraços, ou através de implantação de bacias de retenção específicas para tal fim; Os leitos das estradas deverão sofrer pequenas adaptações, bem como os barrancos laterais deverão ser eliminados para permitir o encaminhamento em segurança das águas superficiais, até os pontos onde serão captadas. (FEPAF, 2000, p. 104).

No Estado de São Paulo, destaca-se o Programa Melhor Caminho (CODASP), respaldado pela Lei nº. 6171 de 04 de julho de 1988 e regulamentada

pelo Decreto nº. 41.719, de 16 de abril de 1997, que dispõe sobre o uso, conservação e preservação do solo agrícola.

Objetiva-se, a partir do Programa, a readequação das plataformas das estradas rurais de terra, com ou sem a elevação do “greide estradal”, para a implantação de sistemas de drenagem superficiais eficientes, com pontos de deságue que evitem a ocorrência de processos erosivos nas propriedades, por meio de terraços ou bacias de captação. De modo geral, favorece a infiltração das águas pluviais e melhora as condições de suporte e rolamento das pistas das estradas rurais a partir da execução de revestimento primário.

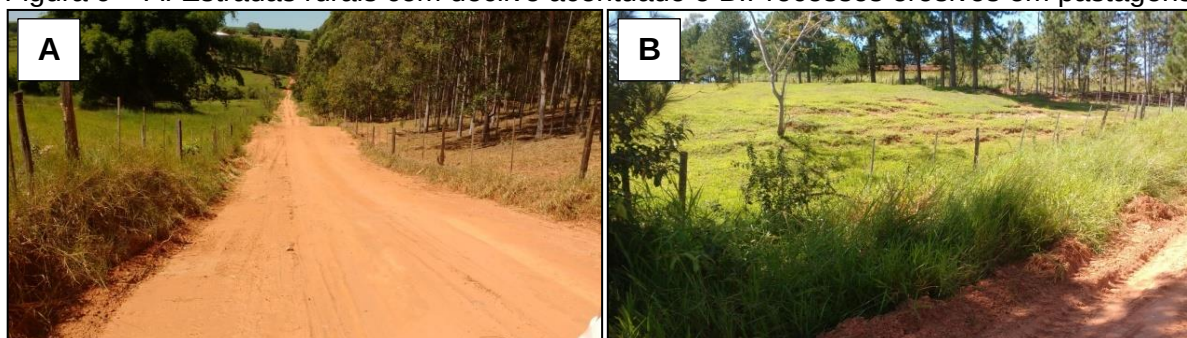
Embora o Município conte com a implantação do Projeto em outras bacias, no Negrinha, em que pese o fato de ser um manancial, contraditoriamente não se observam tais técnicas, potencializando os processos de erosão e assoreamento.

5.6.2.5 **Ponto 8 –Estrada das Três Pontes – Proximidades da Congregação Cristã²²**

Ambiente considerado de forte fragilidade, em razão da combinação de declividade superior a 20%, Argissolos e uso predominante como pastagens.

Notam-se problemas no uso/conservação da terra (Figuras 9 A e B), como processos erosivos e grande carreamento de sedimentos para o curso d’água (Figura 4 A, apresentada anteriormente).

Figura 9 – A. Estradas rurais com declive acentuado e B.Processos erosivos em pastagens.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

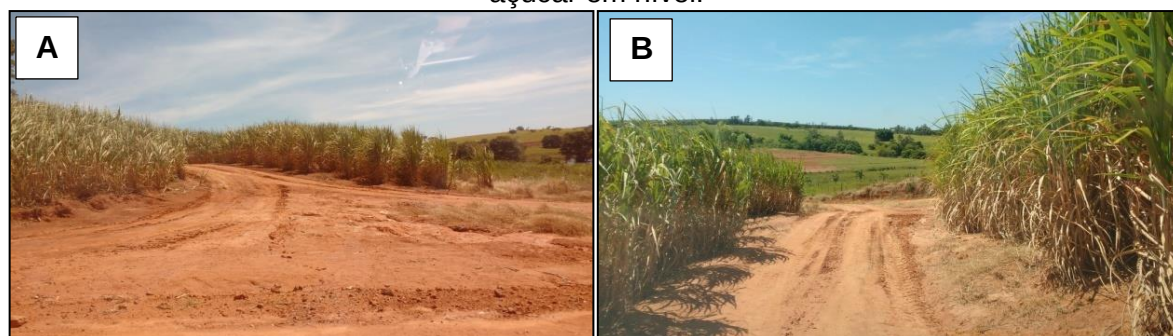
²²Coordenadas aproximadas: 21°49'05.30"S e 50°50'08.62"O, com elevação de 434 metros.

5.6.2.6 Ponto 9 –Canaviais do Bairro Três Pontes²³

Destaque para a presença de Argissolos em vertentes côncavas e convexas, com declividade entre 12% e 20%, majoritariamente ocupadas por cana-de-açúcar, com plantio em nível.

Mesmo com técnicas de conservação no manejo da terra, notam-se caminhos preferenciais para o escoamento pluvial, sobretudo no leito das estradas e carreadores, incorrendo no grande fluxo de sedimento para os fundos de vale.

Figura 10– A. Carreamento de sedimentos em estradas rurais e B. Plantio de cana de açúcar em nível.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

5.6.2.7 Ponto 10 –Nascente do Ribeirão Negrinha²⁴

A imagem a seguir (Figura 11), obtida através de fotografia registrada no dia 02/04/2017, em sobrevôo na bacia com paramotor, apresenta a nascente do curso d'água principal da bacia de estudo, fato confirmado também pela carta topográfica do IBGE.

Destaca-se a presença de vertentes côncavas, declividade entre 12% e 20%, com predomínio de pastagens (grande parte não cultivada em nível). A nascente não é cercada, tampouco conta com mata ripária. Os primeiros fragmentos de mata, garantindo maior proteção aos recursos hídricos, dar-se-ão a cerca de 340 metros a jusante da nascente.

²³Coordenadas aproximadas: 21°49'19.64"S e 50°49'26.56"O, com elevação de 465 metros.

²⁴Coordenadas aproximadas: 21°48'27.20"S e 50°49'49.61"O, com elevação de 471 metros.

Figura 11– Área destacada da nascente do Ribeirão Negrinha sem a delimitação e recuperação das APP's.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

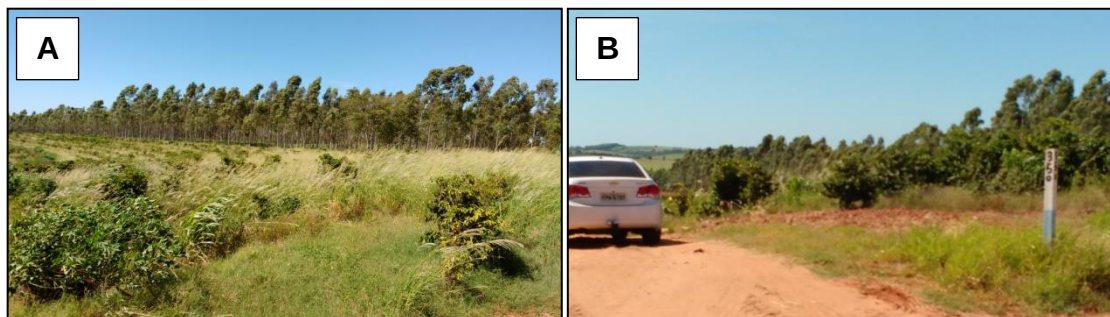
5.6.3 Ambientes de Fragilidade Média

5.6.3.1 Ponto 11 –Estrada da Negrinha - Km 1,64²⁵

Imagens observadas na Estrada da Negrinha, próximo à entrada da Estação de Tratamento de Esgoto da Sabesp. A combinação de declividades inferiores a 12%, vertentes convexas, predomínio de Latossolos e uso da terra marcado pela presença de silvicultura (Seringueiras) e culturas permanentes (café), conferem ao ambiente uma fragilidade média (Figura 12 A). Em que pese, contudo, a presença de estradas rurais sem medidas conservacionistas adequadas (Figura 12 B), incorrendo na geração de caminhos preferenciais para o escoamento da água da chuva, potencializando processos erosivos na própria estrada e em propriedades circunvizinhas.

²⁵Coordenadas aproximadas: 21°48'52.98"S e 50°52'33.71"O, com elevação de 441 metros.

Figura 12– A. Seringueiras e cafezais em nível e B. Presença de carreamento de sedimentos em áreas rurais.

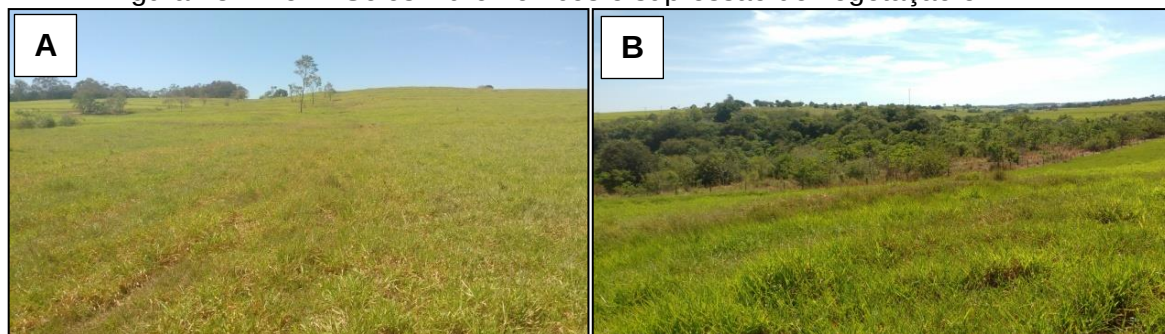


Fonte: Arquivo pessoal (2017).

5.6.3.2 Ponto 12 –Estrada da Negrinha – Km 7²⁶.

Neste ponto, classificado como de média fragilidade, destacam-se a presença de vertentes convexas e retilíneas, Latossolos e uso da terra predominantemente marcado por pastagens relativamente conservadas (Figura 13 A). Há, também, o cercamento da vegetação ciliar, impedindo o acesso de animais ao reflorestamento realizado, que se encontra em estágio avançado de regeneração (Figura 13 B).

Figura 13– A e B. Solos hidromórficos e supressão de vegetação em APP.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

Em alguns pontos seriam necessárias a adequação das curvas de nível, em razão do pisoteio de animais e da criação de caminhos preferenciais de escoamento terem causado pequenos rompimentos (Figura 14A). Igualmente, a adoção de medidas conservacionistas junto à estrada rural (paralela à área), colaboraria para o combate ao assoreamento do Ribeirão Negrinha (Figura 14 B).

²⁶Coordenadas aproximadas: 21°51'47.17"S e 50°53'37.23"O, com elevação de 362 metros.

Figura 14– A. Processos erosivos em áreas de pastagens e B. Estradas sem adequadas medidas de conservação.

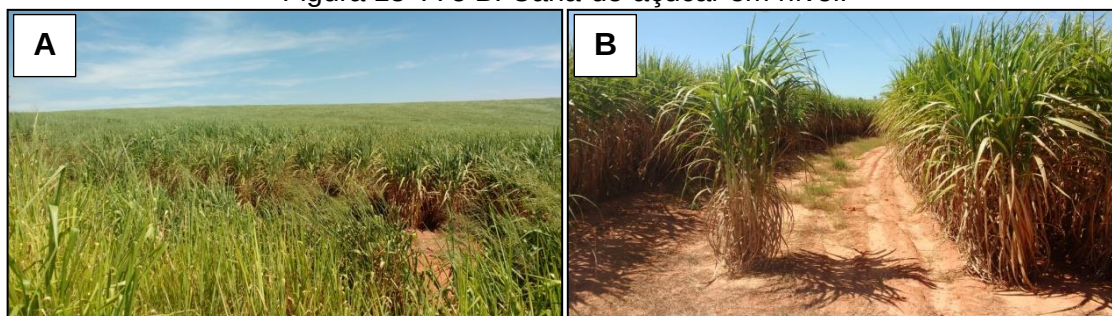


Fonte: Arquivo pessoal (2017).

5.6.3.3 Ponto 13–Rodovia Assis Chateaubriand – Lado Oeste²⁷

Verifica-se, nessa porção da bacia, o predomínio de Latossolos em área de topo de colina, com declividade inferior a 6%, vertentes retilíneas e côncavas destacando-se o uso da terra com a cultura da cana de açúcar (Figura 15 A). O plantio é realizado em nível (Figura 15 B), o que diminui a potencialização de processos erosivos.

Figura 15–A e B. Cana-de-açúcar em nível.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

5.6.3.4 Ponto 14 –Estrada do Poloni–Poeit²⁸

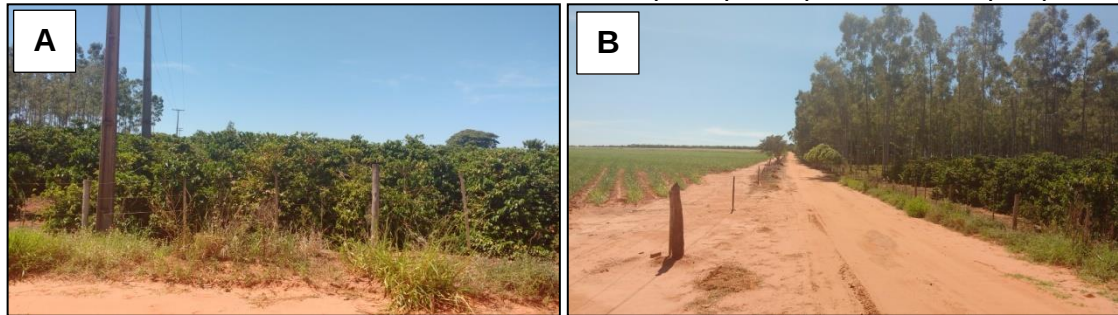
Trata-se de um ambiente marcado por baixa declividade (inferior a 6%), predomínio de Latossolos, topos de colinas aplainados e vertentes, em sua maioria, convexizadas. No uso da terra, destacam-se as lavouras permanentes de café e o plantio de eucalipto. Notam-se, ainda, o uso de medidas conservacionistas, com destaque para o plantio em nível (Figura 16 A e B).

²⁷Coordenadas aproximadas: 21°51'30.27"S e 50°50'56.19"O, com elevação de 439 metros.

²⁸Coordenadas aproximadas: 21°49'51.03"S e 50°51'41.92"O, com elevação de 422 metros.

Contudo, assim como em outros pontos da bacia, as adequações da estrada, quando necessárias, potencializam o carreamento e o consecutivo assoreamento dos cursos d'água a jusante, em grande parte pelo uso de motoniveladoras para recuperações pós eventos de chuva.

Figura 16– A. Plantio de café em nível e B. Canavial (à esquerda) e café/eucalipto (à direita).



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

5.6.3.5 Ponto 15 –Vicinal Luiz Rovina – Km 6,2²⁹

Área de topo de colina, combinando a presença de Latossolos, baixa declividade e vertentes convexas/retilíneas. No uso da terra, destacam-se pastagens (Figura 17 A), culturas perenes (café) e eucalipto (Figura 17 B), ambas cultivadas em nível.

Figura 17– A. Pastagem e B. Café cultivados em nível em áreas de topo de colina.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

5.6.3.6 Ponto 16 –Alto da Nascente da Negrinha³⁰

A partir de estudos de campo a análise de imagens, notou-se ser este o ponto com maior cota altimétrica da bacia, chegando a 505 metros.

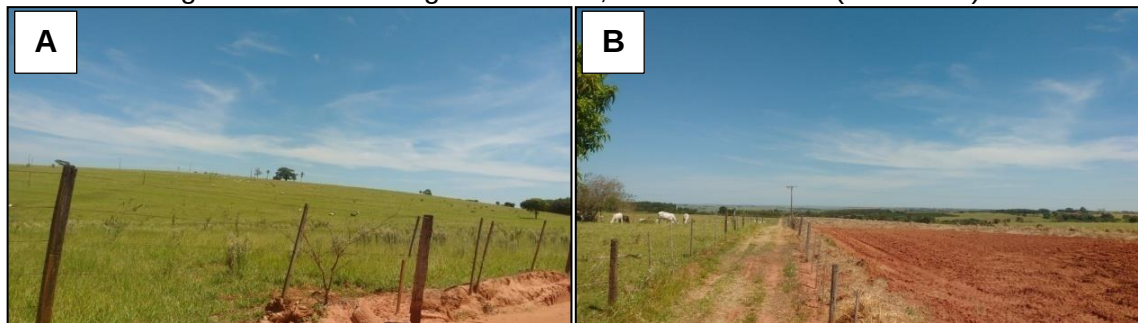
²⁹Coordenadas aproximadas: 21°50'35.71"S e 50°50'05.05"O, com elevação de 426 metros.

³⁰Coordenadas aproximadas: 21°48'30.84"S e 50°49'24.40"O, com elevação de 505 metros.

Predominam Latossolos nos topos das colinas e Argissolos nas vertentes próximas, declividade inferior a 6% e pastagens em nível (Figura 18 A). Há, ainda, o preparo de áreas para culturas anuais, no caso, mandioca (Figura 18 B). Nesta área, destacam-se também a presença de chácaras de recreio.

A nascente principal do Ribeirão Negrinha encontra-se há cerca de 870 metros a Leste deste ponto.

Figura 18 – A. Pastagem em nível; B. Cultura anual (mandioca).



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

5.6.4 Ambientes de Fragilidade Fraca

5.6.4.1 Ponto 17 – Rodovia Assis Chateaubriand – Lado Leste³¹

Neste ponto, localizado na extremidade Sudeste da bacia de estudo, notou-se uma área tipicamente de topo de colina, presença de Latossolos, vertentes côncavas e retilíneas, declividade inferior a 6% e com uso da terra predominantemente marcado por silvicultura (seringueira) (Figura 19 A). Às margens da rodovia, notou-se também um pequeno cultivo anual, no caso, de mandioca (Figura 19 B), além de uma pastagem alta. A partir do cruzamento das informações, obteve-se uma área de fragilidade fraca.

³¹Coordenadas aproximadas: 21°51'23.68"S e 50°50'26.31"O, com elevação de 454 metros.

Figura 19– A. Silvicultura e B. Cultura anual (mandioca).



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

5.6.4.2 Ponto 18 – Estrada Poloni–Poeit³²

Presença de um fragmento de Floresta Estacional Semidecídua, pertencente ao bioma da Mata Atlântica. Embora o cruzamento de informações tenha gerado uma fragilidade fraca, o trabalho de campo permitiu considerar dois aspectos relevantes. Como identificado na primeira imagem, nota-se a presença de exemplares de *Leucena* (*Leucaenaleucocephala*), leguminosa perene e exótica (típica da América Central), espécie com forte expansão na região podendo comprometer a biodiversidade nativa em razão de processos interespecíficos de competição (Figura 20 A). Ainda, a incursão no fragmento de mata permitiu a visualização do avanço da pecuária (Figura 20 B).

Figura 20– Fragmentos de Floresta Estacional Semidecídua degradado.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

³²Coordenadas aproximadas: 21°49'11.94"S e 50°51'20.78"O, com elevação de 437 metros.

5.6.4.3 Ponto 19 –Trevo Vicinal Luiz Rovina – Assis Chateaubriand³³

Ao final da vicinal OVC-007, na confluência com a Rodovia Assis Chateaubriand, nota-se um fragmento de floresta estacional semidecídua, em ambiente de topo de colina aplainado e de Latossolo, configurando-se em baixa fragilidade(Figuras 21). A vegetação em questão abriga uma das nascentes presentes na bacia, contudo, sem a delimitação das áreas de preservação permanentes após o término do fragmento de mata.

A área já foi posta sob risco em diversas ocasiões, notadamente por incêndios, em tese, associados às queimadas de cana em áreas circunvizinhas, limpeza de áreas de pastos ou acidentais, dada a proximidade com a rodovia (pontas de cigarro, por exemplo).

Figura 21– Fragmentos de Floresta Estacional Semidecídua.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

5.7 Adoção de Medidas Conservacionistas

O presente estudo apresentou as fragilidades média e forte como predominantes na bacia. Assim, torna-se importante a adoção de medidas que promovam manejos mais adequados no tocante à produção agropecuária, bem como a observância de aspectos relativos à recuperação de áreas degradadas, delimitação de APP's e Reservas legais, proteção dos fragmentos de mata etc.

A sensibilização da população direta e indiretamente envolvida se mostra como aspecto fundamental, sobretudo pela condição de manancial sustentada pela bacia em questão.

³³Coordenadas aproximadas: 21°50'49.50"S e 50°50'07.98"O, com elevação de 446 metros.

Desse modo, é extremamente importante a adoção de práticas conservacionistas e técnicas economicamente viáveis e ambientalmente sustentáveis, de acordo com propostas de Salomão (1999) FEPAF (2000), Codaspe Embrapa (entre outros), como:

- Delimitação e recuperação das áreas de preservação permanentes;
- Delimitação e recuperação das reservas legais, preferencialmente, em apoio à criação de corredores ecológicos;
- Atenção especial com as queimadas de cana-de-açúcar para que o fogo se limite ao manejo esperado, até a definitiva eliminação de tal prática³⁴ (2021 ou 2031, conforme a área), de acordo com a Lei 11.241/2002;
- Utilização de terraços³⁵ em nível para as culturas anuais/perenes desenvolvidas nas áreas de Latossolos. Ainda, com as partes terminais preferencialmente fechadas, evitando escoamento nas eventuais laterais;
- Utilização de terraços em desnível para as culturas anuais/perenes em Argissolos). No caso da utilização da técnica em nível, a manutenção deve ser constante, dada a grande possibilidade de rompimento;
- O terraceamento deve proporcionar um escoamento padrão, ou seja, com formação de cordões contínuos em ambientes relativamente homogêneos, independente de divisas de propriedades. Igualmente, devem receber manutenção periódica, na ocasião do preparo do solo, alargando-se canais e reforçando camalhões/diques, se necessário;
- Nas estradas rurais, dada sua grande capacidade de canalizar e potencializar o escoamento superficial, devem ser observados uma série de aspectos, como:
 - a) Lançamento de água das estradas para as propriedades, e não o contrário;
 - b) As estradas devem lançar a água através de captação nos terraços, ou em bacias de retenção, se for o caso;
 - c) Os barrancos laterais, historicamente desenvolvidos pelo encaixe das estradas (uso das motoniveladoras como forma de manutenção), devem ser

³⁴Lei nº 11.241, de 19 de Setembro de 2002, que dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar.

³⁵Disponível em

<<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fohgb6cq02wyiv8065610dfrst1ws.html>>. Acesso em 10 abr 2017.

removidos para melhor adequação das estradas e o escoamento da água, aos moldes do modelo desenvolvido junto ao Programa Melhor Caminho, da Codasp³⁶;

- Adoção de técnicas de diminuição da velocidade de escoamento da água da chuva em carreadores perpendiculares ao terraceamento, notadamente encontrados dentro das propriedades, nos mais diversos usos da terra (café, pastagem, seringueiras etc.);

- As operações com máquinas, quando necessárias, devem ser realizadas com solo úmido, diminuindo, assim, a potencialização de processos erosivos;

- As irrigações, quando existirem, devem respeitar a capacidade de infiltração, evitando saturação e escoamentos, com consecutivos arrastes superficiais.

Seguramente, adotar todas essas (e outras aqui não mencionadas) incorre em rupturas das lógicas vigentes. A realidade socioeconômica da população envolvida, bem como a falta de uma cultura preservacionista dificultam ações sustentáveis no uso da terra. Isso fica evidente em estudo da FEPAF/CESP (2000), que afirma que

As práticas de conservação do solo, como terraceamento, plantio em nível, construção de bacias de contenção, entre outras, são avaliadas pelos proprietários como custos adicionais e incompatíveis com a capacidade financeira dos mesmos. Além disso, tratando-se dos procedimentos de restauração da vegetação ciliar e da reserva legal prevista pela legislação, a avaliação é ainda mais negativa, e que estes procedimentos são de responsabilidade das entidades do segmento rural vinculados ao governo. (2000, p. 96).

Daí a necessidade de ações de conscientização, somadas de aporte técnico para que a bacia sofra um manejo atento aos seus potenciais e fragilidades. E isso, seguramente, passa pelo efetivo envolvimento de órgãos de assistência, poder público, sociedade civil organizada, proprietários, instituições de ensino, enfim, todos os direta e indiretamente envolvidos.

³⁶Disponível em <<http://www.saopaulo.sp.gov.br/orgaos-e-entidades/empresas/codasp/>>. Acesso em 10 abr 2017.

6 A FRAGILIDADE AMBIENTAL E A EDUCAÇÃO

Nesta etapa do trabalho, pretende-se articular/mobilizar os conhecimentos produzidos no mapeamento da fragilidade para o desenvolvimento de uma atividade de educação ambiental. O estudo realizado na bacia hidrográfica, além de outros materiais selecionados pelos docentes envolvidos, nortearam o projeto interdisciplinar do curso Técnico em Meio Ambiente, da ETEC Amim Jundi, Osvaldo Cruz-SP. As atividades foram desenvolvidas ao longo do primeiro semestre de 2017.

6.6 A ETEC Amim Jundi³⁷

O Ensino Técnico no Município de Osvaldo Cruz, já nas dependências onde hoje se encontra instalada a ETEC Amim Jundi, teve início no ano de 1962, com a fundação do Ginásio Artesanal. Uma década depois, precisamente no ano de 1972, foi transformada em Ginásio Industrial. Posteriormente, em 1975, passou por nova mudança, dando origem ao Centro Estadual Interescolar Félix Castilho Dias. Na ocasião, oferecia cursos profissionalizantes em Marcenaria, Mecânica e Desenho Técnico em Mecânica.

As atividades de educação técnica no Município foram paralisadas na década de 1980, em razão do CEI Félix Castilho Dias ter sido incorporado à EESG Benjamin Constant. Assim, foram retomadas as atividades somente em agosto de 1990, agora intitulada Escola Técnica Estadual de 2º Grau de Osvaldo Cruz, pertencendo à Divisão de Supervisão e Apoio às Escolas Técnicas Estaduais (DISAETE), da Secretaria Estadual de Educação. Na oportunidade, foi implantado o curso técnico em Mecânica.

No ano de 1992, como homenagem a um dos pioneiros da implantação do município, a ETE passou a ser denominada Escola Técnica Estadual de 2º Grau Amim Jundi. A integração ao Centro Paula Souza, autarquia do Governo do Estado de São Paulo e vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia, só ocorreu em 1994. Desde então, passa por forte expansão e diversificação nos cursos oferecidos, tanto na formação técnica como no Ensino Médio.

³⁷Informações disponíveis no site www.etecamimjundi.com.br. Acesso em 27 mar 2017.

Atualmente, a ETEC Amim Jundi, unidade 027 do Centro Paula Souza, oferece o Ensino Médio, ofertando três turmas de 40 alunos, o Técnico em Administração Integrado ao Ensino Médio, com quarenta vagas, além dos cursos técnicos em Açúcar e Alcool, Administração, Contabilidade, Comércio, Enfermagem, Farmácia, Informática, Logística, Meio Ambiente, Programação de Jogos Digitais, Química, Recursos Humanos, Redes de Computadores e Segurança do Trabalho. Destacam-se também a presença de duas classes descentralizadas administradas pela ETEC Amim Jundi, no caso, nas cidades de Parapuã e Sagres, ambas com o curso técnico em Administração.

Em 2017, de acordo com dados da Diretoria de Serviços Acadêmicos da unidade, a escola conta com 1.212 alunos matriculados, tanto de Osvaldo Cruz, como de municípios próximos, casos de Sagres, Salmourão Inúbia Paulista, Salmourão, Santópolis do Aguapeí, Rinópolis, Bastos, Iacri, Parapuã e Martinópolis.

6.7 O Técnico em Meio Ambiente

O curso técnico em Meio Ambiente, ainda denominado de Gestão Ambiental, foi implantado na unidade em 2003. Desde então, nove turmas se formaram, além de uma em andamento e com formatura prevista para o final do primeiro semestre de 2017.

A atual nomenclatura, no caso, técnico em Meio Ambiente, bem como a organização curricular e competências a serem desenvolvidas, são definidas pelo Plano de Curso 119, pertencente ao Eixo Tecnológico então denominado de Ambiente, Segurança e Saúde, datado de 07/10/2010.

A estruturação do curso, assim como os demais oferecidos pelo Centro Paula Souza, passou por etapa de planejamento e construção denominada laboratório de currículo, com vistas a oferecer uma habilitação que, simultaneamente, atenda as demandas do mercado de trabalho, os princípios contidos na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e o Catálogo Nacional de Cursos Técnicos.

Assim, regulamenta a habilitação técnica de Nível Médio em Meio Ambiente, por meio do desenvolvimento de 1200 horas de atividade. Ainda, o curso também oferece certificação intermediária, pois, ao concluir o segundo módulo (800 horas), recebe o certificado de auxiliar técnico em Meio Ambiente.

O técnico em Meio Ambiente, de acordo com o Plano de Curso vigente

(...) é o profissional que coleta, armazena e interpreta informações, dados e documentações ambientais. Colabora na elaboração de laudos, relatórios e estudos ambientais. Auxilia na elaboração, acompanhamento e execução de sistemas de gestão ambiental. Atua na organização de programas de educação. (2010, p.8)

Conforme já foi abordado no referencial teórico da presente pesquisa, O Centro Paula Souza, inclusive na educação técnica voltada ao mundo do trabalho, norteia suas ações a partir do desenvolvimento de competências. Assim, de acordo com o Plano de Curso, ao concluir os três módulos e desenvolver o trabalho de conclusão, espera-se que o discente concluinte do técnico em Meio Ambiente seja capaz de³⁸:

- Identificar, caracterizar e correlacionar os sistemas e ecossistemas, os elementos que compõem e suas respectivas funções.
- Identificar e caracterizar as grandezas envolvidas nos processos naturais de conservação, utilizando os métodos e sistemas de unidades de medida e ordens de grandeza.
- Identificar os parâmetros de qualidade ambiental dos recursos naturais (solo, água e ar).
- Classificar os recursos naturais (água e solo) segundo seus usos, correlacionando as características físicas e químicas com sua produtividade.
- Identificar as fontes e o processo de degradação natural de origem química, geológica e biológica e as grandezas envolvidas nesses processos, utilizando métodos de medição e análise.
- Identificar características básicas de atividades de exploração de recursos naturais renováveis e não renováveis que intervêm no meio ambiente.
- Identificar e caracterizar situações de risco e aplicar métodos de eliminação ou de redução de impactos ambientais.
- Identificar processos de intervenção antrópica sobre o meio ambiente e as características das atividades produtivas geradoras de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas.

³⁸Informações contidas no Plano de Curso 119, de 07/10/2010.

- Avaliar os efeitos ambientais causados por resíduos sólidos, poluentes atmosféricos e efluentes líquidos, identificando as consequências sobre a saúde humana e sobre a economia.

- Utilizar sistemas informatizados de gestão ambiental.

- Interpretar resultados analíticos referentes aos padrões de qualidade do solo, ar, água e da poluição visual e sonora, propondo medidas mitigadoras.

Ainda, merece destaque, de acordo com o Plano de Curso, as atribuições e responsabilidades inerentes ao profissional habilitado. O profissional concluinte está apto para executar o monitoramento de variáveis ambientais, participar da elaboração de licenciamento ambiental, acompanhar sistemas de gestão ambiental, desenvolver projetos visando a sustentabilidade, participar da gestão em unidades de conservação, aplicar técnicas de gestão de bacias hidrográficas e uso do solo, aplicar metodologias de avaliação de impactos ambientais.

6.8A inserção da fragilidade ambiental como proposta de trabalho

A apresentação aos discentes da metodologia proposta por Ross (1994), ou seja, a identificação dos níveis de fragilidade dos ambientes a partir do entendimento sistêmico de um grande conjunto de variáveis ambientais, mostra significativa afinidade com a proposta do curso.

Neste trabalho, os alunos foram apresentados à metodologia, acompanharam algumas etapas e verificaram os resultados da presente pesquisa para, pretende-se, despertar o desejo para a replicação desta em outros ambientes e melhor entendimento de uma importante bacia hidrográfica para a comunidade.

O mapeamento da fragilidade requer o conhecimento prévio de uma série de questões intrínsecas à Ecologia, Geografia, Geomorfologia, Ciências Agrárias entre outras, conceitos estes apresentados aos discentes ao longo da formação.

Assim, julgou-se pertinente apresentar algumas competências, e bases tecnológicas desenvolvidas ao longo do curso e que permitem certa familiaridade com os conceitos abordados por Ross (1994). Os Quadros 1, 2 e 3, correspondentes aos 1º, 2º e 3º módulos, respectivamente, apresentam disciplinas, competências e bases tecnológicas com vínculos conceituais/metodológicos estreitos com o mapeamento da fragilidade ambiental.

Quadro 1 – Disciplinas, competências e bases tecnológicas correlatas à Fragilidade Ambiental – 1º Módulo.

Disciplina	Competência	Base Tecnológica
Práticas em Ciências da Terra	- Analisar agentes da dinâmica interna e externa do planeta, bem como a estrutura da litosfera. - Relacionar ciclo hidrológico com a formação das bacias hidrográficas. - Identificar os fenômenos meteorológicos que atuam no sistema Terra.	- A Dinâmica Interna e a Teoria das Placas Tectônicas. - Bacias Hidrográficas Brasileiras, escoamento superficial, padrões de drenagem, hierarquia fluvial. - Dinâmica e estrutura atmosférica
Localização Espacial e Interpretação de Imagens	- Identificar os sistemas cartográficos (mapas, imagens e sensoriamento remoto). - Classificar técnicas de geoprocessamento e cartografia digital.	- Topografia. - Sistemas de Informação geográficas
Dinâmica dos Sistemas	- Compreender as relações entre os sistemas e ecossistemas, os elementos que os compõem e suas respectivas funções. - Distinguir os ecossistemas da Terra e os principais ecossistemas brasileiros.	- Sistemas e Ecossistemas. - Grandes Ecossistemas Aquáticos e Terrestres.
Projetos em Educação Ambiental	- Promover a educação ambiental voltada para a construção de sociedades sustentáveis. - Analisar o Programa Nacional de Educação Ambiental.	- Grandes problemas e acidentes ambientais.
Práticas em Química Ambiental	- Dimensionar a importância de preservar o meio ambiente dos impactos industriais. - Classificar a água de acordo com as suas características físico-químicas.	- Química do Solo: composição, classificação, legislação e normas aplicadas ao solo. - Propriedades físico-químicas, contaminação e contaminantes. - Recuperação do solo.

Fonte: Plano de Curso 119, de 07/10/2010.

Org: o autor.

Quadro 2– Disciplinas, competências e bases tecnológicas correlatas à Fragilidade Ambiental – 2º Módulo.

Disciplina	Competência	Base Tecnológica
Energia e Meio Ambiente	- Compreender o processo de exploração, produção e consumo dos recursos energéticos. - Identificar os procedimentos para exploração racional dos recursos naturais. - Analisar as políticas da área energética no Brasil e no mundo.	- Fontes Alternativas de Energia. - Ciclo de vida energética. - Balanço de massa e energia. - Matrizes energéticas sustentáveis. - Políticas Energéticas. - Consumo Energético no Brasil.
Análise Biológica da Água	- Classificar os recursos hídricos segundo seus usos correlacionando as características físico-químicas e biológicas com a sua produtividade. - Caracterizar nos recursos hídricos os processos de degradação natural. - Avaliar as modificações na qualidade dos recursos hídricos degradados.	- Características físico-químicas e biológicas do ambiente aquático. - Processos de degradação dos recursos hídricos. - Eutrofização. - Modificações naturais dos recursos hídricos degradados.
Tecnologia de Processos Agroindustriais	- Analisar os elementos descritivos do leiaute de sistemas produtivos do setor agroindustriais.	Sustentabilidade ambiental no processo produtivo do setor agroindustrial.
Uso, Ocupação e Conservação do Solo I	- Analisar a ocupação do solo no espaço rural e urbano, em nível local, regional e mundial. - Identificar parâmetros de qualidade ambiental dos solos.	- Histórico da ocupação do solo na Terra, no Brasil e local. - Conceito de qualidade e produtividade do solo - Lei de Liebig ou “Lei do Mínimo”. - Erosão: tipos e características. - Erodibilidade x Erosividade. - Sistemas de proteção contra erosão, transporte de segmentos e assoreamento. - Processos de recuperação de áreas degradadas. - Técnicas de uso e conservação e proteção dos recursos hídricos. - Comitês de bacias - Legislação pertinente: - Código Florestal, Área de Preservação Permanente, Reserva Legal, Plano Diretor, Lei de Uso e Ocupação do Solo, Urbanização. - Construção de mapas de uso do solo

Fonte: Plano de Curso 119, de 07/10/2010.

Org: O autor.

Quadro 3 – Disciplinas, competências e bases tecnológicas correlatas à Fragilidade Ambiental – 3º Módulo.

Disciplina	Competência	Base Tecnológica
Avaliação de Riscos e Impactos Ambientais	- Coletar dados sobre a intervenção antrópica no meio ambiente. - Enumerar os riscos relativos aos impactos negativos no meio ambiente. - Aplicar métodos para avaliação de impactos ambientais. - Propor medidas preventivas e mitigadoras. - Orientar sobre riscos e impactos ambientais. - Utilizar os recursos naturais com o mínimo impacto.	- Principais acidentes ambientais. - Riscos Ambientais. - Métodos de avaliação de impactos ambientais. - EIA, RIMA e RAP. - Projeto de Controle Ambiental. - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - Determinação da significância dos impactos e requisitos legais - Licenciamento Ambiental: outorga da água; licenciamento de empreendimentos.
Gestão e Qualidade Ambiental	- Aplicar os princípios do - Desenvolvimento Sustentável na Gestão Ambiental.	- Princípios do Desenvolvimento Sustentável no Sistema de Gestão Ambiental
Legislação Ambiental	- Interpretar a Legislação Ambiental Brasileira e Internacional.	- Conceitos fundamentais de Legislação e Direito. - Legislação Ambiental Brasileira. - Política Nacional de Meio Ambiente. - Programa Nacional, Estadual e Municipal de Meio Ambiente.
Uso, Ocupação e Conservação do Solo II	- Avaliar as consequências das intervenções antrópicas no sistema solo. - Interpretar as Legislações Federais, Estaduais e Municipais sobre solos rurais e urbanos.	- Controle de vazão em cursos d'água (DAEE): barragens e açudes outorga - Prevenção e Controle de enchentes - Consequências ambientais da alteração do regime fluvial. - Dinâmicas ambientais(EI Niño, LA Nina). - Gestão por Bacias Hidrográficas: uso do solo para irrigação; construção de barragens; transposição Comitês de Bacias (FEHIDRO). - Legislações federais, estaduais e municipais sobre solos rurais e urbanos. - Projetos de recuperação de áreas degradadas.
Manejo e Recuperação Vegetal	- Analisar a exploração dos recursos florestais durante os vários ciclos econômicos brasileiros. - Reconhecer os benefícios de áreas florestadas. - Identificar reflorestamento de recuperação ambiental e de produção comercial.	- O desmatamento nos ciclos econômicos brasileiros. - Tipos de vegetação nos biomas brasileiros: classificação sucessional. - Imagem de satélites. - Técnicas de reflorestamento. - Resoluções da Secretaria do Meio Ambiente. - Unidades de Conservação (Lei do SNUC). - Certificação florestal.

Fonte: Plano de Curso 119, de 07/10/2010. Org: O autor.

Destaca-se desde já que os debates desenvolvidos reconhecem as particularidades de uma formação de nível técnico, compreendendo fatores limitadores intrínsecas ao tempo reduzido (3 semestres), recursos disponíveis, questões ligadas à falta de determinados pré-requisitos e perfil de formação.

Igualmente, e de modo proposital, a atividade foi desenvolvida junto aos alunos no primeiro semestre de 2017, no qual a turma em questão cursa o terceiro módulo, já tendo, portanto, observado a maior parte da gama de conceitos apresentados.

6.9 A estruturação do projeto interdisciplinar

A presente atividade ganhou corpo com o apoio dos demais docentes do curso, inclusive tendo sido definida como projeto interdisciplinar para o primeiro semestre de 2017, com tema formalizado e discutido em reunião realizada no dia 01/02/2017.

Ressalta-se que a realização de projetos interdisciplinares tem significativo potencial de dinamizar o aprendizado e, também, estabelecer relacionamento entre o campo teórico e a realidade dos alunos. De acordo com Hernandez (1998), o trabalho com projetos

Aproxima-se da identidade dos alunos e favorecer a construção da subjetividade, longe de um prisma paternalista, gerencial ou psicologista, o que implica considerar que a função da escola não é apenas ensinar conteúdos, nem vincular a instrução como aprendizagem. Revisar a organização do currículo por disciplinas e a maneira de situá-lo no tempo e no espaço escolares. O que torna necessária a proposta de um currículo que não seja uma representação do conhecimento fragmentada, distanciada dos problemas que os alunos vivem e necessitam responder em suas vidas, mas, sim, solução de continuidade. Levar em conta o que acontece fora da escola, nas transformações sociais e nos saberes, a enorme produção de informação que caracteriza a sociedade atual, e aprender a dialogar de uma maneira crítica com todos esses fenômenos. (1998, p.61).

Nesse enfoque, mostrando a necessidade de se superar o isolamento entre as disciplinas, o mesmo autor reforça que

A função do projeto é favorecer a criação de estratégias de organização dos conhecimentos escolares em relação a: 1) o tratamento da informação, e 2) a relação entre os diferentes conteúdos em torno de

problemas ou hipóteses que facilitem aos alunos a construção de seus conhecimentos, a transformação da informação procedente dos diferentes saberes disciplinares em conhecimento próprio (1998, p. 61).

Não obstante, o trabalho amparado por projetos que fomentem o desenvolvimento de competências é um enfoque pedagógico preconizado pelo próprio plano de curso. Neste, está previsto que

Constituindo-se em meio para guiar a prática pedagógica, o currículo organizado por meio de competências será direcionado para a construção da aprendizagem do aluno, enquanto sujeito do seu próprio desenvolvimento. Para tanto, a organização do processo de aprendizagem privilegiará a definição de projetos, problemas e/ ou questões geradoras que orientam e estimulam a investigação, o pensamento e as ações, assim como a solução de problemas. Dessa forma, a problematização, a interdisciplinaridade, a contextualização e os ambientes de formação se constituem em ferramentas básicas para a construção das habilidades, atitudes e informações relacionadas que estruturam as competências requeridas. (2010, p. 49).

O Quadro4 apresenta informações relevantes acerca do projeto interdisciplinar, sua justificativa, objetivos, procedimentos metodológicos e envolvimento das disciplinas.

Quadro 4 – Projeto Interdisciplinar – Meio Ambiente – 1º Semestre de 2017.

Título: “Fragilidade Ambiental em Bacias Hidrográficas”	
Resumo	O presente projeto visa, a partir de uma abordagem integrada e multi/interdisciplinar, abordar a bacia hidrográfica a partir de uma visão sistêmica, compreendendo elementos que interferem em sua dinâmica. Para tanto, pretende-se inserir junto aos alunos o conceito de fragilidade ambiental (Ross, 1994), por meio de conceitos, interpretação de mapas e visitas de campo. Será adotada como área de estudo o alto curso do Alto Curso da Bacia do Ribeirão Negrinha, manancial do município de Osvaldo Cruz.
Justificativa: Pertinência	Aborda conceitos de diferentes componentes curriculares e afetos à formação de técnicos em Meio Ambiente, como: uso da terra, diferentes tipos de cobertura vegetal, atividades agrícolas, medidas conservacionistas, ciclo hidrológico, escoamento superficial e infiltração da água, bacias hidrográficas, conceitos de Pedologia, Edafologia, Geologia e Geomorfologia, ciclos biogeoquímicos, áreas de preservação permanentes etc.
Justificativa: Relevância	Desenvolve competências profissionais junto aos discentes, além de fomentar projetos de recuperação ambiental em uma importante área de manancial para o município de Osvaldo Cruz.

Justificativa: Viabilidade	Os docentes reúnem conhecimento teórico e prático para o desenvolvimento das atividades. Ainda, as aulas aos sábados permitem visitas de campo, bem como a Prefeitura Municipal se coloca como parceira com a cessão de transporte para as atividades.
Objetivo Geral:	Analisar a fragilidade ambiental de um recorte do Alto Curso da Bacia do Ribeirão Negrinha a partir da proposta de Ross (1994) e estudo de caso realizado por Cardoso (2017).
Objetivos Específicos:	Compreender como se dá o uso da terra na bacia em questão. Analisar diversos aspectos da bacia, como tipos de solo, declividade e curvatura do terreno. Observar aspectos relativos à erosividade e erodibilidade na bacia. Estudar práticas conservacionistas e usos adequados do solo.
Metodologia	Realização de aulas teóricas em cada componente curricular, como subsídio à realização de visitas técnicas; Realização de palestras/capacitações com profissionais convidados para o aprofundamento de conhecimentos sobre o conceito de fragilidade ambiental em bacias hidrográficas. Realização de relatório final e avaliação para aferir os resultados do aprendizado.
Disciplinas diretamente envolvidas com a determinação da fragilidade (nesse semestre) e suas respectivas ações:	• Manejo e Recuperação Vegetal: estudo da cobertura vegetal e medidas de recuperação de áreas de reserva legal e apps. • Avaliação de Riscos e Impactos Ambientais: identificação dos principais impactos ambientais presentes na bacia, com destaque para os processos erosivos e supressões de vegetação. • Legislação Ambiental: Estudo da legislação relacionada à elaboração do CAR e todas as adequações necessárias em propriedades rurais. • Uso, Ocupação e Conservação do Solo II: identificação de diferentes usos da água na bacia, verificação de outorgas de uso da água, situação dos recursos hídricos, conceito de bacia hidrográfica e comitê de bacias. • Gestão e Qualidade Ambiental: Princípios do Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Gestão Ambiental.
Demais disciplinas e assuntos abordados	• Ética e Cidadania Organizacional: Noções de Cidadania e Meio Ambiente, bem como interpretação de questões socioeconômicas da população envolvida. • Poluição Ambiental e Saúde Pública: verificação de doenças infectocontagiosas relacionadas à veiculação hídrica e ocorrência de casos na bacia. Estudos sobre o comportamento do estado diante de áreas úmidas/vegetação e espaços de proliferação de vetores transmissores de doenças. • Tecnologia de Processos: Riscos Ambientais e Sustentabilidade Ambiental de indústrias. Na bacia em questão, estudos relacionados ao setor sucroalcooleiro. • Desenvolvimento de TCC – Everton Cardoso: Apoio para a formatação de relatórios e realização de avaliação interdisciplinar do projeto junto aos discentes.
Resultados Esperados:	• Ampliação de vocabulário técnico e de conhecimentos práticos junto à gestão de bacias hidrográficas;

	• Inserção de novas metodologias de abordagem junto aos alunos, no caso, a verificação da Fragilidade Ambiental (Ross, 1994); • Possibilitar contatos entre os discentes e profissionais que atuam com o tema; • Fomento a projetos na bacia de estudo, contribuindo para a maior disponibilidade hídrica e o uso mais sustentável do solo.
--	---

O desenvolvimento do projeto, assim como as demais atividades desenvolvidas ao longo do curso, considera a heterogeneidade da turma. Por se tratar de um curso técnico, é frequente a seleção de grupos heterogêneos, tanto em faixa etária como em escolaridade e experiências profissionais, sendo, simultaneamente, enriquecedor e desafiador o processo ensino aprendizagem.

De acordo com Chevallard (1991), o saber não chega ao ambiente escolar assim como foi produzido no contexto científico, pois passa por um processo de transformação, carecendo de uma “roupagem didática” para que possa ser ensinado. Isso se dá em razão da comunidade científica e da escola terem objetivos diferentes. À primeira cabe responder a uma série de indagações inerentes ao processo evolutivo de grandes questões, gerando novos saberes. Por outro prisma, esses novos saberes precisam ser comunicados à comunidade científica, e, igualmente, à própria sociedade. Para tanto, cabe às instituições de ensino e aos docentes encontrarem mecanismos adequados para atingir públicos diferentes, muitas vezes dentro da mesma relação tempo/espaço.

A turma 2016/2017 do Técnico em Meio Ambiente da ETEC Amim Jundi, primeiro semestre de 2017, contou com 18 discentes. Destes, 11 são do próprio Município, sendo ainda 2 de Santópolis do Aguapeí, além de um aluno vindo de cada uma das cidades a seguir: Bastos, Rinópolis, Lucélia, Sagres e Parapuã, todas no Estado de São Paulo.

Com relação à idade, 3 alunos possuem 16 anos; 5 possuem 17 anos; 2 estão com 18 anos; um aluno com vinte anos; um com vinte e um; dois com vinte e dois; um com 38 anos; um com 41 anos; um com 45 anos; um com 48 anos.

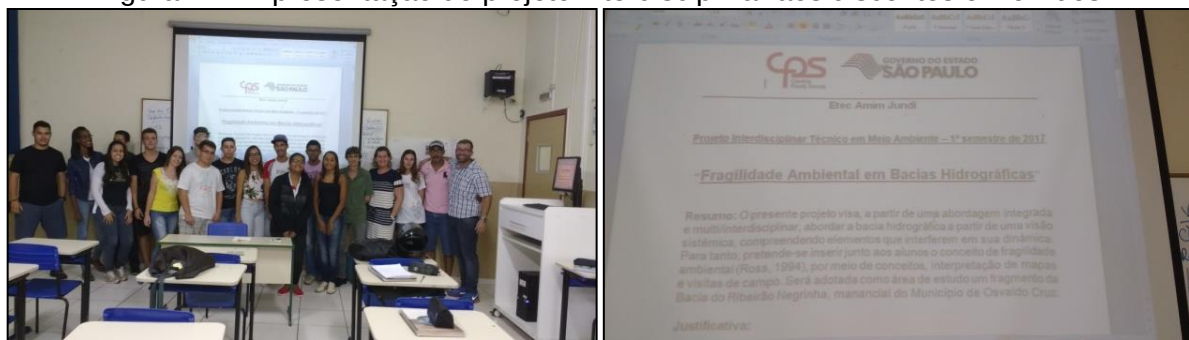
Com relação ao gênero, são 10 homens e 8 mulheres, e, em relação à escolaridade, 9 ainda cursam o 3º ano do Ensino Médio, 4 concluíram o Ensino Médio, 2 já possuem Ensino Médio e outra formação técnica e 3 possuem nível superior completo.

Nas ocupações, 12 se declararam estudantes, sendo ainda 2 vendedores, 1 serviços gerais, 1 funcionário público municipal, 1 conferente e 1 professor.

A heterogeneidade da sala mostrou-se evidente desde o início do processo, no primeiro semestre de 2016, carecendo de ações de nivelamento e transposição didática e recuperação contínua para sanar partes dos desafios encontrados.

O projeto interdisciplinar foi parcialmente anunciado no dia 09/02/2017. Contudo, foi oficialmente apresentado aos discentes no dia 30/03/2017, detalhando procedimentos, etapas e resultados esperados (Figuras 22).

Figura 22 – Apresentação do projeto interdisciplinar aos discentes envolvidos.



Fonte: Arquivo Pessoal (2017).

Ressalta-se, também, que o desenvolvimento das atividades foi inspirado no chamado “Estudo do Meio” (PONTUSCHKA, PAGANELI E CACETE, 2007) que, sem a negação de outras possibilidades de organização, define um esquema estratégico para um entendimento holístico das questões envolvidas e, simultaneamente, atribui uma função social e comprometida com a cidadania do processo ensino-aprendizagem.

Assim, é importante pontuar os sujeitos sociais envolvidos, a clara definição dos ambientes e temas a serem estudados, a definição de objetivos e o planejamento das ações, a elaboração de cadernos de campo, o estabelecimento de roteiros e cronogramas das atividades de campo, o levantamento de textos e materiais de apoio, o estabelecimento de roteiro de entrevistas, a viabilização de momentos e materiais para registros (anotações, desenhos e croquis).

6.10 Desenvolvimento do projeto em sala

Nesta etapa do trabalho, são apresentados os aspectos desenvolvidos em sala, sejam aqueles pertinentes a cada disciplina, sejam os realizados de maneira interdisciplinar.

As atividades ocorreram majoritariamente ao longo dos meses de abril, maio e junho. Para tanto, teve-se como eixo norteador o projeto interdisciplinar planejado pela coordenação e docentes, no qual foram estipulados temas pertinentes a cada componente curricular, os procedimentos metodológicos a serem adotados, as ações a serem realizadas em conjunto e individualmente e os resultados aos quais as ações pretendem alcançar.

Cabe, também, ressaltar a importância do planejamento que antecedeu cada atividade a ser desenvolvida, seja em sala ou em campo. Em atividades que estabelecem um vínculo entre a pesquisa e o ensino, o professor tem papel determinante na organização e condução do trabalho, oportunizando condições para que o discente possa desenvolver plenamente as competências almejadas.

Segundo Nganga e Miranda (2017)

No ensino com pesquisa, é imprescindível que a figura do professor pesquisador atue de forma constante no processo de ensino-aprendizagem, que investigue sua própria prática e que seja inovador e, ainda, que esteja em constante repensar da sua atuação enquanto docente, atentando para os seguintes fatores: auxílio dos estudantes no processo de questionamento, argumentação e crítica; alinhamentos de suas pesquisas científicas com o processo de ensino; apresentação de situações e problemas reais e atuais para a sala de aula; estímulo aos estudantes a serem protagonistas na busca do conhecimento; predisposição para novas ideias e desafios; entendimento de que o conhecimento está em processo de construção permanente. (NGANGA e MIRANDA, 2017, p. 38).

O planejamento das ações, assim como salienta Pontuschka, Paganelli e Cacete (2007), preconizou-se pelo encontro de sujeitos sociais. A todo instante, o projeto buscou ser construído e executado a partir de reflexões individuais e coletivas que adequassem o currículo escolar, tendenciosamente rígido, a práticas capazes de produzir significados na vida dos alunos.

Desse modo, o estudo de conceitos afetos à fragilidade ambiental buscou valorizar a categoria de análise “Lugar” - e todas as sensações de

pertencimento inerentes, acreditando ser esta uma forma de permitir e possibilitar maior envolvimento da comunidade relacionada.

De certa forma, essa sensação de pertencimento foi potencializada pela escolha da área de estudo. Conforme salienta Pontuschka (2004, p. 26), é importante saber ver e dialogar com a paisagem, detectar os problemas existentes na vida de seus moradores, estabelecer relações entre os fatos verificados e o cotidiano do aluno. E, neste caso, a condição de manancial da bacia hidrográfica do ribeirão Negrinha potencializa esse envolvimento.

Igualmente importante no desenvolvimento do projeto foi a disponibilização de referenciais teóricos que fomentassem o desenvolvimento das atividades. Assim, sem prejuízos a outros materiais selecionados como apoio pelos docentes, foram disponibilizados os resultados desta pesquisa, em especial dos temas ligados à metodologia da fragilidade ambiental e seus conceitos relacionados, além de um estudo completo da FEPAF/CESP (2000), dotado de ampla caracterização socioambiental da área de estudo. Estes materiais foram apresentados em reuniões de curso, nos dias 01/02 e 06/04 de 2017, como forma de discutir, planejar e subsidiar o desenvolvimento do projeto interdisciplinar.

Para o desenvolvimento do projeto, solicitou-se que o tema proposto fosse contextualizado em todas as aulas, de modo constante no semestre. Contudo, inferiu-se a necessidade da seleção de momentos especiais, nos quais o tema do projeto interdisciplinar fosse abordado de maneira protagonista e específica dentro de cada componente curricular.

O Quadro 5 apresenta os registros de sala de cada docente, disponibilizados digitalmente no sistema acadêmico NSA, apresentando a data, os temas desenvolvidos e os procedimentos adotados, nos dias em que o projeto interdisciplinar foi protagonista no processo ensino-aprendizagem.

Quadro 5—Ações desenvolvidas em sala/por componente ao longo do projeto

Data	Componente(s)	Registro do desenvolvimento das ações
30/03	DTB ³⁹	Aula sobre o projeto interdisciplinar: Fragilidade Ambiental na Bacia do Negrinha. Apresentação detalhada do projeto e metodologias de trabalho. Todas as competências, inclusive de outros componentes curriculares.

³⁹ Sigla do componente curricular Desenvolvimento do Trabalho de Conclusão.

06/04	DTB	Apresentação de fotos e vídeos da área do projeto interdisciplinar.
17/04	MRV ⁴⁰	Desenvolvimento do Projeto interdisciplinar "Fragilidade ambiental em Bacias Hidrográficas", utilizando imagens de satélite (Google Earth) para estudo da cobertura vegetal.
18/04	PAS ⁴¹	Projeto Interdisciplinar: Fragilidade Ambiental em Bacias Hidrográficas. Os alunos sob orientação da professora fizeram aula prática com visualização de micro-organismos.
26/04	LEA ⁴²	Legislação ambiental brasileira. Aula expositiva dialogada com uso de multimídia e apresentação da Lei federal nº 12.651/12 - Novo Código Florestal. Apresentação da lei 4.771/65, lei 12.651/12, lei 12.727/12 para relação ao Projeto interdisciplinar de Fragilidade ambiental em Bacias Hidrográficas demonstrando relação com áreas de APP e RFL - reserva legal para a proteção dos solos e gestão das águas.
27/04	ECO ⁴³	Estudo socioeconômico do Alto Curso da Bacia do NEGRINHA, com base em relatório FEPAF/CESP(2000) como participação do componente do projeto interdisciplinar.
28/04	ECO e DTB	Aula expositiva e dialogada: Microbacia do Ribeirão Negrinha: análises sobre sua estrutura fundiária, distribuição por categoria de escolaridade, idade, produção e culturas. Compreensão das perspectivas de pequenas propriedades e suas particularidades.
13/05	ARA ⁴⁴ UCS ⁴⁵ DTB	Apresentação do Projeto interdisciplinar "Fragilidade Ambiental em Bacias Hidrográficas", com identificação de Impactos ambientais na microbacia hidrográfica do Ribeirão Negrinha no município de Osvaldo Cruz com processos erosivos, uso e ocupação dos solos, supressão da vegetação nativa e gestão das águas com diferentes usos da água na bacia hidrográfica, outorga de uso da água e vazão Q7,10.Retomada do conceito de espigão divisor, com atividades no entorno da escola.
16/05	TPP ⁴⁶	Foi trabalhado também o Projeto Interdisciplinar Técnico em Meio Ambiente "Fragilidade Ambiental em Bacias Hidrográficas", com destaque para atividades do setor sucroalcooleiro.
23/05	TPP	"Fragilidade Ambiental em Bacias Hidrográficas", com destaque para atividades do setor sucroalcooleiro (impactos ambientais).

⁴⁰ Sigla do componente Manejo e Recuperação Vegetal.

⁴¹ Sigla do componente Poluição Ambiental e Saúde Pública.

⁴² Sigla do componente Legislação Ambiental.

⁴³ Sigla do componente Ética e Cidadania Organizacional.

⁴⁴ Sigla do componente curricular Avaliação de Riscos e Impactos Ambientais.

⁴⁵ Sigla do componente Uso, Ocupação e Conservação do Solo II.

⁴⁶ Sigla do componente Tecnologia de Processos

25/05	DTB	Orientações prévias para o desenvolvimento da visita técnica do dia 28/05. Definição de materiais para a formação do caderno de campo.
30/05	PAS	Projeto Interdisciplinar: Fragilidade Ambiental em Bacias Hidrográficas. Os alunos sob orientação da professora fizeram cartazes referentes à doenças de veiculação hídrica.
02/06	UCS e DTB	Desenvolvimento do Projeto interdisciplinar sobre Fragilidade ambiental em Bacia Hidrográfica com apresentação sobre Gestão em Bacias Hidrográficas, diferentes usos da água na Bacia hidrográfica dos rios Aguapeí/Peixe, Funções do Comitê de Bacias, Outorga e Vazão Q7,10. Devolutiva das avaliações de campo aplicadas em 28/05, retomando os conceitos que os alunos apresentaram menos aproveitamento.
12/06	GQA ⁴⁷	Práticas de produção mais limpa. Estabelecimento de relações com o projeto interdisciplinar – Negrinha (práticas sustentáveis). Aula expositiva dialogada com uso de vídeos e slides do conteúdo.
13/06	TPP	Aula teórica sobre sustentabilidade. A base trabalhada foi: "Sustentabilidade ambiental no processo produtivo dos setores entre outros (sucroalcooleiro)".
21/06	LEA	Elaboração de relatório de visita do Projeto interdisciplinar "Fragilidade ambiental da bacia hidrográfica".
24/06	ARA e UCS	Legislações federais, estaduais e municipais sobre solos rurais e urbanos. Atividade prática de elaboração de relatório técnico de visita de campo à microbacia hidrográfica do Ribeirão Negrinha - município de Osvaldo Cruz referente ao Projeto Interdisciplinar "Fragilidade ambiental em Bacias Hidrográficas".
29/06	DTB	Aplicação de avaliação interdisciplinar, contendo 30 questões objetivas sobre temas abordados ao longo do semestre no projeto interdisciplinar. Tema: Fragilidade Ambiental em Bacias Hidrográficas - Estudo de caso do Ribeirão Negrinha.
05/07	ARA	Aula dialogada com revisão geral do conteúdo e análises dos impactos ambientais e da fragilidade da microbacia do Ribeirão Negrinha conforme projeto interdisciplinar. Devolutiva da avaliação realizada em 29/06.

6.11 Desenvolvimento do projeto a partir de visitas de campo

Nesta etapa do trabalho, são apresentadas as atividades de campo desenvolvidas junto ao projeto, da definição de seus objetivos às práticas executadas.

⁴⁷ Sigla do componente Gestão e Qualidade Ambiental.

Segundo Souza e Leal (2017)

A visita técnica consiste em uma atividade, na qual, orientados pelo professor, os alunos dirigem-se a um local específico com o intuito de desenvolver um conjunto determinado de aprendizagens. Sob o prisma da aprendizagem, a visita técnica pode ser considerada uma técnica que possibilita o desenvolvimento de conteúdos, habilidades e atitudes específicas fundamentais para a formação do aluno. Essa metodologia coloca o aluno em contato direto com a práxis, já que ele pode acompanhar a ação tendo como base as reflexões e a teoria desenvolvida antes, durante e até em um momento posterior à visita técnica. Além disso, a partir das práxis propostas, que levem às mudanças de certos aspectos observados, pode servir de motivação para que o aluno reflita sobre soluções aplicáveis a outros contextos (SOUZA e LEAL, 2017, p. 17).

Lopes e Pontuschka (2009), ressaltando a importância e potencial das visitas de campo para a aprendizagem. Assim,

A pesquisa de campo é reveladora da vida, ou seja, por meio dela pretende-se conhecer mais sistematicamente a maneira como os homens e as mulheres de um determinado espaço e tempo organizam sua existência, compreender suas necessidades, seus desejos, suas lutas com vitórias e fracassos. Assim, durante o trabalho de campo, educadores e educandos devem submergir no cotidiano do espaço a ser pesquisado, buscando estabelecer um rico diálogo com o espaço e, na condição de pesquisadores, com eles mesmos. (LOPES; PONTUSCHKA, 2009, p.186)

Souza e Leal (opcit) destacam as capacidades de ganho múltiplas relacionadas à adoção da visita técnica como procedimento metodológico, tanto para professores como para discentes. Assim, afirmam que

Em relação aos discentes – é notável como os alunos absorvem muito mais o que aprendem e compartilham com os colegas seu aprendizado e experiência. Em relação aos docentes – de uma maneira interdisciplinar, os professores precisam estar inteirados sobre a temática proposta, devendo trabalhar em conjunto para um melhor aproveitamento do ensino. Em relação ao mercado e à profissionalização – as visitas técnicas, aplicadas de maneira correta e produtiva, certamente contribuirão para o melhor desempenho dos alunos, fazendo com que eles possam vivenciar e entender o mercado em que estão inseridos, tornando-se profissionais conscientes e atentos à realidade atual. (SOUZA e LEAL, 2017, p. 19).

Cabe salientar que as atividades de campo estão de acordo com o projeto e seus planejamentos prévios, permitindo elos entre o que será antevisto em sala e as situações permitidas pelas visitas. A harmonia entre essas etapas é fundamental para o processo. De acordo com Lopes e Pontuschka (2009)

A ideia de ir a campo apenas como “necessidade de sair da sala de aula”, é um pouco perigosa. Pode, seguramente, esvaziar as potencialidades educativas dessa atividade como método de ensino e, subestimar, obviamente, os momentos de aprendizagem realizados na sala de aula. Assim, as práticas de campo em um Estudo do Meio não devem ser caracterizadas como uma ocasião de ruptura do processo ensino-aprendizagem. Ao contrário, fazem parte dele, são momentos especiais, sem dúvida, mas que não se sustentam isoladamente. Não se desconsidera, evidentemente, a dimensão lúdica de uma saída de campo em um Estudo do Meio. O que queremos evitar é a sedimentação de estereótipos da sala de aula, “naturalmente chata” sendo preciso “retirar” os alunos para “passear de vez em quando” noutra lugar. (LOPES e PONTUSCHKA, 2009, p.186).

Cabe, aqui, ressaltar que atividades de campo de menores proporções foram realizadas como forma complementar aos conceitos desenvolvidos em sala. Como exemplo, atividades nas imediações da própria escola para a observação de espécies arbóreas e sua respectiva identificação científica ou visita a diferentes pontos da área urbana para o entendimento do conceito bacia hidrográfica e seus aspectos morfológicos (Figura 23).

Figura 23 – Observação do espigão divisor entre as bacias do Aguapeí e Peixe (13/05).



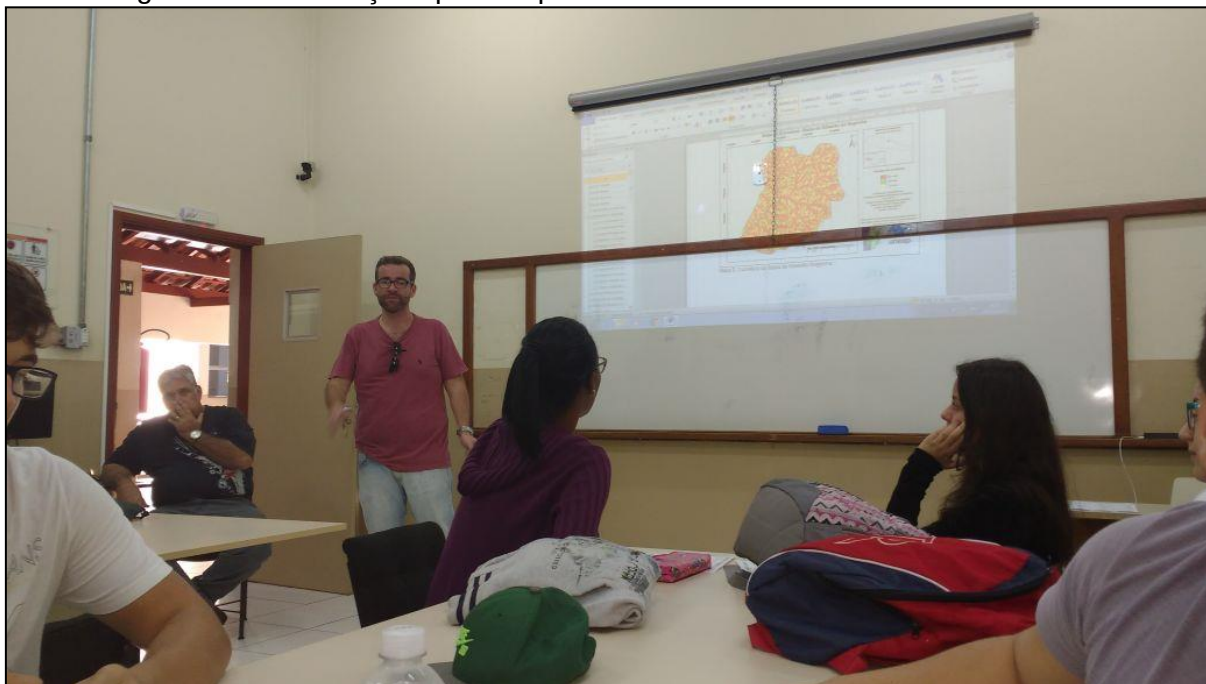
Fonte: Arquivo Pessoal (2017).

Contudo, optou-se por detalhar nesta etapa do trabalho a “visita principal”, aquela que demandou maior planejamento e oportunizou aprendizados específicos à área de estudo.

No dia 28 de maio de 2017, foi realizada uma visita técnica para a bacia hidrográfica em questão, objetivando abordar aspectos afetos à fragilidade ambiental. Cabe ressaltar que a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Negrinha já foi objeto de visitas dos alunos em outras oportunidades, ao longo dos semestres anteriores, contudo, sob outros enfoques.

A realização da visita, além de todas as ações desenvolvidas conjunta ou isoladamente pelos docentes junto às aulas, contou com uma orientação que antecedeu a saída. Nesta reunião foram apresentados os objetivos da visita, noções de segurança e postura e retomada de conceitos relativos à classificação da fragilidade ambiental.

Figura 24 – Orientações prévias para o desenvolvimento da visita em 28/05.



Fonte: Arquivo Pessoal (2017).

Igualmente, foram adicionados novos materiais ao caderno de campo, como textos de apoio para o entendimento e classificação da fragilidade ambiental aos processos erosivos.

A figura 25, confeccionada pelos próprios alunos e entregue em relatório posterior ao desenvolvimento dos trabalhos (relatório apresentado adiante no trabalho), ilustra os pontos da bacia hidrográfica que foram visitados. A ilustração foi construída com base na carta topográfica do IBGE, Osvaldo Cruz, folha SF 22-X-C-IV-3, e apoio do Google Earth para a delimitação das coordenadas.

Figura 25 – Pontos visitados em atividade de campo do dia 28/05⁴⁸.



Fonte: Relatório apresentado pelos alunos em 01/07

O quadro 6 apresenta de modo sintetizado as principais atividades desenvolvidas em cada ponto, com destaque para a observação das características relacionadas à determinação da fragilidade ambiental (curvatura do terreno, declividade, tipo de solo, uso e cobertura da terra), os resultados obtidos a partir do mapeamento (cruzamento das informações e verificação em campo) e impactos ambientais/medidas conservacionistas presentes.

Quadro 6 – Aspectos observados, ponto a ponto, na visita técnica do dia 28/05/2017.

Ponto	Descrição da fragilidade	Outros aspectos
01	Fragilidade Média: vertentes convexas, declividades entre 6 e 12%, Latossolos, plantio de eucalipto, cana de açúcar e pecuária bovina.	Verificação de caixas de contenção, estrada com a presença de cascalhos, plantio em nível, erosões laminares e lineares.
02	Fragilidade Forte: vertentes convexas e côncavas, declividade de 12 a 20%, Argissolos, pecuária bovina.	Pastagem degradada, estrada com acúmulo de resíduos e areia, presença de terraços danificados

⁴⁸ Ressalta-se que esta figura, realizada pelos próprios alunos na confecção do relatório final, não utiliza as mesmas numerações do Mapa 8, embora as áreas visitadas sejam comuns. Assim, respectivamente, os pontos desta figura representam, no Mapa 8: 1–11, 2-1, 3-5, 4-12, 5-4, 6-18, 7-2, 8-17, 9-9.

03	Fragilidade Muito Forte: vertentes convexas e côncavas, declividade de 12 a 20%, Hidromórficos, Mata Ripária e pecuária.	Presença de assoreamento, supressão de vegetação em APP, lançamento dos efluentes tratados da ETE da Sabesp.
04	Fragilidade Muito Forte: vertentes côncavas e convexas, declividade de 12 a 20%, Hidromórficos e Neossolos, represa de captação da Sabesp.	Presença de resíduos na estrada rural, assoreamento do curso d'água, supressão de vegetação em APP.
05	Fragilidade Forte: vertentes côncavas, declividade de 12 a 20%, Argissolos, área em urbanização (loteamentos).	Observação do escoamento de esgoto pluvial, rompimento de galerias, comprometimento das vias de trânsito.
06	Fragilidade Média: vertente convexa, declividade de 0 a 6%, Latossolos, presença de eucalipto consorciado com pecuária bovina, café e cana de açúcar.	Integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF), adequações da estrada rural, plantio em nível, erosões laminares.
07	Fragilidade Muito Forte: vertentes côncavas, declividade de 6 a 12%, Hidromórficos, pecuária de corte.	Erosões laminares e lineares, assoreamento, pisoteio de gado em ambientes de APP, com presença de supressão de vegetação, lançamento de resíduos nas margens da estrada rural.
08	Fragilidade Fraca: vertentes convexas, declividade de 0 a 6%, Latossolos, silvicultura (seringueira) e cultura anual (mandioca).	Plantio em nível, plantio direto, medidas conservacionistas em estradas rurais.
09	Fragilidade Forte: vertentes côncavas e convexas, declividade de 12 a 20%, Neossolos, cana de açúcar.	Erosão linear e laminar, sinais de queimada, rompimento de terraços, assoreamento a jusante, necessidade de medidas conservacionistas (adubação, calagem, adequação dos terraços).

Priorizou-se no desenvolvimento das atividades de campo o detalhamento das características da paisagem e o inter-relacionamento das variáveis que compõem a fragilidade ambiental aos processos erosivos. A todo instante os alunos eram indagados a compreender como se dão essas relações, bem como as consequências do modo de ocupação da terra e das medidas conservacionistas (ou ausência delas).

Como forma de registro, foi orientado aos alunos a identificação das coordenadas geográficas dos pontos, a tomada de imagens, a tabulação das informações relativas à fragilidade e demais aspectos debatidos in loco.

Os pontos 6, 7 e 9, sem nenhum tipo de conhecimento prévio dos alunos, foram selecionados para a aplicação de uma avaliação individual em campo, que será detalhada na sequência do trabalho.

6.12 Avaliação do projeto

Cabe destacar que a avaliação do trabalho em questão não prioriza afirmar ou negar a eficácia da metodologia proposta. Trata-se, sim, de mais um momento de aprendizagem coletiva, permitindo a melhoria contínua no processo de formação de profissionais aptos a entender o ambiente de modo sistêmico, colaborando para a construção de uma sociedade mais sustentável. Assim como reforça Lopes e Pontuschka (2009)

Como todo trabalho educativo, a avaliação permite aos seus participantes apreciar os resultados, aprimorar os processos e, sempre que necessário, redefinir seus objetivos. É importante, também, que na medida do possível, a equipe responsável possa divulgar seus resultados. Deve haver, oportunamente, a preocupação ética e política de comunicar às comunidades, aos homens e mulheres que residem nos lugares estudados e pesquisados, os resultados dessa atividade, pois estes, como afirma Yves Lacoste (2006, p. 78) fazendo referência ao trabalho de campo desenvolvido pelos geógrafos “conferem poder a quem os detém”. Assim, os possíveis benefícios produzidos pela realização dos Estudos do Meio podem extrapolar as fronteiras da escola que o organizou. (LOPES e PONTUSCHKA, 2009, p.188-189).

Ressalta-se, também, as influências de Luckesi (2003) no entendimento dos aspectos que envolvem a avaliação da aprendizagem. Para o autor, diferente dos modelos avaliativos que buscam meramente classificar e atribuir méritos aos discentes, a avaliação deve preconizar:

- o diagnóstico da situação do educando face ao que aprendeu e o que não aprendeu, visando subsidiar a reorientação da ação educativa, com vistas à melhoria da aprendizagem;

- é processual, uma vez que aquele conhecimento não adquirido momentaneamente pode ser desenvolvido ao longo do processo;

- é dinâmica, pois não objetiva classificar o discente em níveis estáticos de aprendizagem, mas sim diagnosticar a situação e, assim, possibilitar melhoria;

- é inclusiva e democrática, sem objetivar classificações ou seleções entre discentes em melhores ou piores; ao contrário, busca que todos tenham a possibilidade de aprender. Assim, a prática avaliativa é vista como um ato inclusivo;
- exige práticas pedagógicas pautadas no diálogo entre os envolvidos diretos no processo (professores e discentes), visando a consolidação de uma aliança do trabalho virtuosa entre todos os sujeitos.

Nessa perspectiva, foram selecionados três instrumentos de avaliação para contribuir no processo de ensino aprendizagem do projeto, sendo:

- Uma avaliação dissertativa/objetiva – individual, juntamente com a visita técnica – aplicada em três pontos visitados no dia 28/05/2017;
- Uma avaliação objetiva individual, aplicada em 29/06/2017, com trinta questões de múltipla escolha, abordando conceitos afetos aos componentes curriculares envolvidos, além de questões inter e multidisciplinares;
- Entrega de um relatório em grupo, tendo como base os pontos visitados em 28/05/2017.

Desde já, cabe destacar que o Centro Paula Souza, nos processos de avaliação, não faz a utilização de conceitos numéricos para a definição de notas das atividades, mas sim menções, de acordo com o Quadro 7:

Quadro 7– Menções para avaliações nas Escolas Técnicas – ETEC's.

Menção	Conceito	Definição Operacional
MB	Muito Bom	O aluno obteve excelente desempenho no desenvolvimento das competências do componente curricular no período, superando as expectativas.
B	Bom	O aluno obteve bom desempenho no desenvolvimento das competências do componente curricular no período, atendendo as expectativas.
R	Regular	O aluno obteve desempenho regular no desenvolvimento das competências do componente curricular no período, atendendo parcialmente as expectativas.
I	Insatisfatório	O aluno obteve desempenho insatisfatório no desenvolvimento das competências do componente curricular no período, não atendendo minimamente as expectativas exigidas.

Adaptado do Plano de Curso⁴⁹.

Org: o autor.

⁴⁹Plano de curso 330, de 04/05/2017 – Técnico em Meio Ambiente – CPS-CETEC, p. 106.

Ressalta-se que, nesse sistema, os conceitos MB, B e R aprovam o aluno, ficando retido nos componentes somente aqueles avaliados com I.

6.12.1 Avaliação dissertativa/objetiva individual em campo

Conjuntamente com a visita técnica realizada em 28/05/2017, foi realizada uma avaliação predominantemente objetiva – individual, buscando compreender o nível de entendimento dos alunos diante de uma paisagem, considerando sua capacidade em identificar aspectos relativos à fragilidade ambiental, os impactos presentes e a proposição de medidas conservacionistas.

Para tanto, foram selecionados três pontos distintos e, neles, os alunos, individualmente deveriam responder aos seguintes questionamentos, presentes no Quadro 8:

Quadro 8– Questões para a avaliação em campo.

1) Quais são as curvaturas predominantes das vertentes? (1,0 ponto) ☐ Retilínea ☐ Convexa ☐ Côncava 2) Visualmente, qual é a declividade predominante (intervalo) da vertente indicada pelo docente? (1,0 ponto) ☐ 0 a 6% ☐ 6 a 12% ☐ 12 a 20% ☐ 21 a 30% 3) Visualmente, de acordo com os indícios apresentados, qual é o tipo de solo predominante observado no ponto? (1,0 ponto) ☐ Latossolos ☐ Argissolos ☐ Neossolos ☐ Hidromórficos 4) Indique o tipo predominante de uso da terra. (1,0 ponto) ☐ Mata ☐ Silvicultura / Fraca ☐ Cultura Permanente ☐ Pastagem ☐ Cultura Anual ☐ Área Urbana ☐ Usina de resíduos ☐ Represas 5) A partir dos aspectos observados, classifique o ponto observado quanto à fragilidade ambiental: (1,0 ponto) ☐ Muito Fraca ☐ Fraca ☐ Média ☐ Forte ☐ Muito Forte 6) Indique impactos ambientais presentes no ponto analisado (2,0 ponto) ☐ processos erosivos ☐ comprometimento dos terraços ☐ assoreamento ☐ Uso de queimadas ☐ inobservância ou supressão de vegetação em APP em nascentes ☐ inobservância ou supressão de vegetação em APP em cursos d'água ☐ descarte de resíduos ☐ lançamento inadequado de esgoto cloacal e/ou pluvial ☐ Outro (s): _____ 7) Indique as medidas conservacionistas/condições presentes no ambiente (liste quantas julgar necessário). (1,5 pontos). ☐ Plantio e/ou pecuária em nível, com terraços adequados
--

- ☐ Associação de culturas
- ☐ APP satisfatória
- ☐ APP parcialmente satisfatória
- ☐ Fragmento de mata conservado
- ☐ Plantio direto
- ☐ Adequação da estrada rural (ex: Programa Melhor Caminho)
- ☐ Caixas de contenção de escoamento de água de chuva
- ☐ Isolamento de área de mata
- ☐ Outra (s)

8) Indique as medidas conservacionistas/condições adequadas a serem implantadas no ambiente analisado (liste quantas julgar necessário). (1,5 pontos).

- ☐ Plantio e/ou pecuária em nível, com terraços adequados
- ☐ Plantio direto
- ☐ Associação de culturas
- ☐ Delimitação de APP
- ☐ Adequação da estrada rural (ex: Programa Melhor Caminho)
- ☐ Caixas de contenção de escoamento de água de chuva
- ☐ Isolamento de área de mata
- ☐ Ações de educação / conscientização ambiental
- ☐ Outra (s)

Org: O autor.

As questões presentes no quadro já estão acompanhadas da pontuação a ser considerada mediante acerto total, também podendo ser parcial nas perguntas que mais de uma alternativa poderia ser assinalada. Assim, foi considerado o seguinte critério:

- 0% a 50% de aproveitamento: Menção I
- 51 a 65% de aproveitamento: Menção R
- 66 a 80% de aproveitamento: Menção B
- 81 a 100% de aproveitamento: Menção MB

De acordo com os resultados da aferição da fragilidade ambiental, confirmados em campo, o ponto 6 (considerando a ordem de realização da visita) era de fragilidade média (Figura 26), combinando vertentes convexas, declividade de 0 a 6%, Latossolos, presença de eucalipto (silvicultura) consorciado com pecuária bovina, café (cultura perene) e cana de açúcar (cultura anual).

Também foi previamente definido que os alunos deveriam saber identificar a existência de plantio em nível, bem como da presença de processos erosivos laminares.

Ainda, cabiam como medidas conservacionistas a adoção de plantio direto e em nível, a associação de culturas, a adequação de estradas, a construção

de caixas de contenção para o escoamento de água e a adoção de ações de educação ambiental.

Figura 26– Aplicação de avaliação no ponto 6.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

A tabulação das avaliações aplicadas aos quinze discentes participantes retornou os seguintes resultados (Quadro 9), distribuídos por questão:

Quadro 9– Aproveitamento nas avaliações de campo – ponto 6.

Questão	Valor	Tema	Acerto total	Acerto Parcial	Erro	% de aproveitamento
01	1,0	Curvatura de vertentes	13	-	2	86,67
02	1,0	Declividade do terreno	12	-	3	80,00
03	1,0	Tipos de solos	13	-	2	86,67
04	1,0	Uso da terra	12	-	3	80,00
05	1,0	Definição da fragilidade	12	-	3	80,00
06	2,0	Impactos ambientais	2	1	12	16,70
07	1,5	Medidas conservacionistas	0	10	5	33,33
08	1,5	Ações conservacionistas	0	15	0	50,00

Org: o autor

De acordo com os critérios estabelecidos, um aluno obteve menção MB, cinco alcançaram B, sete com R e dois com a menção I.

Assim, nesta primeira avaliação, a média das avaliações foi de 57,6% de aproveitamento, gerando uma menção R, ou seja, atendimento parcial às expectativas. A maior incidência de erros foi na dificuldade em observar a existência de erosões laminares, evidenciadas em razão de chuvas recentes ocorridas, bem como em propor o controle delas com medidas conservacionistas.

O próximo local elencado para a aplicação da avaliação foi o ponto 7 (Figura 27), de fragilidade muito forte, dotado de vertentes côncavas, declividade de 12 a 20%, solos Hidromórficos e pecuária de corte.

Com relação aos impactos, destacam-se a presença de processos erosivos laminares e lineares, o comprometimento dos terraços, assoreamento do curso d'água, inobservância das áreas de preservação permanentes e o descarte de resíduos sólidos.

As medidas conservacionistas presentes resumiam-se a APP's parcialmente delimitadas e com restritas áreas de regeneração de vegetação ripária e caixas de contenção do escoamento superficial (majoritariamente rompidas).

Como medidas a serem adotadas, esperava-se que os discentes mencionassem a realização de plantio em nível, a delimitação e recuperação das APP's, a adequação da estrada rural, a recuperação das caixas de contenção, o isolamento das áreas de vegetação ripária da pecuária de corte e ações de educação ambiental.

Figura 27– Aplicação de avaliação no ponto 7.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

Foram obtidos os seguintes resultados, conforme ilustra o Quadro 10:

Quadro 10– Aproveitamento nas avaliações de campo – ponto 7.

Questão	Valor	Tema	Acerto total	Acerto Parcial	Erro	% de aproveitamento
01	1,0	Curvatura de vertentes	15	-		100,00
02	1,0	Declividade do terreno	11	-		73,30
03	1,0	Tipos de solos	13	-		86,7
04	1,0	Uso da terra	15	-		100,00
05	1,0	Definição da fragilidade	15	-		100,00

06	2,0	Impactos ambientais	4	11	0	63,00
07	1,5	Medidas conservacionistas	2	6	7	33,33
08	1,5	Ações conservacionistas	8	7	0	76,67

Org: o autor

Verificou-se uma melhoria significativa dos resultados. Atribui-se, em tese, ao fato da fragilidade muito forte se mostrar mais evidente, além de, seguramente, a segunda experiência já permitir aos alunos mais familiaridade com a avaliação. Nesta, oito alunos obtiveram MB, cinco com menção B, seguidos por duas menções R e nenhum I. Desse modo, a turma, em média, alcançou 82% de aproveitamento.

Já na terceira avaliação, realizada no ponto 9 (Figura 28), destacou-se a presença de fragilidade forte, resultado da combinação de vertentes côncavas e convexas, declividade de 12 a 20%, Neossolos e cana de açúcar.

Destacavam-se como impactos os processos erosivos laminares e lineares, o descarte de resíduos, o comprometimento dos terraços e a grande incidência de queimadas.

Esperava-se que os alunos mencionassem como medidas conservacionistas o plantio direto e em nível, a adequação da estrada rural e dos carregadores, a recuperação das caixas de contenção e ações de educação ambiental.

Figura 28– Aplicação de avaliação no ponto 9.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

A tabulação das avaliações retornou o seguinte, conforme resume o Quadro 11:

Quadro 11– Aproveitamento nas avaliações de campo – ponto 9.

Questão	Valor	Tema	Acerto total	Acerto Parcial	Erro	% de aproveitamento
01	1,0	Curvatura de vertentes	13	-	2	86,77
02	1,0	Declividade do terreno	10	-	5	66,67
03	1,0	Tipos de solos	11	-	4	73,33
04	1,0	Uso da terra	15	-	0	100,00
05	1,0	Definição da fragilidade	7	-	8	46,67
06	2,0	Impactos ambientais	5	10	0	66,67
07	1,5	Medidas conservacionistas	6	4	5	53,33
08	1,5	Ações conservacionistas	3	12	2	60,00

Org: o autor

Nesta avaliação, foram cinco MB's, cinco B's e cinco R's, sendo que nenhum aluno obteve menção insatisfatória. No geral, o aproveitamento foi de 76,5%, referente à menção B. A maior incidência de erro se deu na determinação da fragilidade, em que 8 alunos acabaram classificando o ambiente como de fragilidade média.

Ressalta-se que as questões com maior incidência de erros foram retomados em uma devolutiva de avaliação, realizada no dia 02/06.

6.12.2 Simulado Multi/Interdisciplinar

Ainda como forma de avaliar as ações do projeto, deu-se em 29/06/2017 a aplicação (Figura 29) de uma avaliação composta por trinta questões objetivas, dotadas de enunciado e cinco alternativas, nas quais somente uma deveria ser assinalada.

Figura 29– Aplicação do simulado.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

As questões versavam sobre conteúdos desenvolvidos em cada componente curricular, além de aspectos interdisciplinares afetos à fragilidade ambiental, específicas sobre a área estudada. A avaliação foi elaborada pelos docentes envolvidos no projeto, selecionando questões de concursos públicos e, na maior parte delas, construídas a partir de materiais próprios.

Para a aplicação da avaliação, foi reservado um período de três horas, sendo sua correção iniciada imediatamente após o término do processo. As menções consideraram o seguinte critério de avaliação:

- MB: 25 a 30 acertos;
- B: 19 a 24 acertos;
- R: 13 a 18 acertos;
- I: 0 a 12 acertos;

O quadro 12 apresenta a síntese dos resultados observados, considerando as ocorrências de acertos. Ressalta-se que esta avaliação foi realizada pelos 17 alunos matriculados.

Quadro 12– Quantidade de acertos no simulado multi / interdisciplinar (29/06).

Quantidade de Acertos	Ocorrências	Menção
30	-	-
29	1	MB
28 / 27	-	-
26	1	MB
25	1	MB
24	1	B
23	3	B
22	1	B
21	1	B
20 / 19	-	-
18	-	-
17	1	R
16	-	-
15	1	R
14	2	R
13	-	
12 / 11	-	-
10	1	I
09	1	I
08	1	I
07 / 06	-	-
05	1	I
04 / 03 / 02 / 01 / 00	-	-

Org: O autor (2017).

Na sequência, o quadro 13 apresenta as questões, identificando o número, tema central avaliado, o número de acertos (considerando que 17 alunos realizaram a prova, portanto, o máximo a ser observado) e o percentual de acertos. Destaca-se que as questões que obtiveram percentual de acertos inferior a 50% foram destacadas em vermelho.

Quadro 13– Questões e aproveitamento no simulado multi / interdisciplinar (29/06).

Questão	Tema	nº de acertos	% de acertos
01	Cultura da cana-de-açúcar	8	47,05
02	Mitigação da poluição de cursos d'água	11	64,71
03	Saneamento básico e saúde pública	14	82,36
04	Estudo de Impacto Ambiental	6	35,29
05	Resolução CONAMA 01/86	6	35,29
06	Relatório de Impacto ao Meio Ambiente	6	35,29
07	Recuperação de vegetação ciliar	6	35,29
08	Biomassas Brasileiros	11	64,71
09	Unidades de Conservação	5	29,41
10	Áreas de Preservação Permanentes	6	35,29
11	Delimitação de APP's	9	52,94
12	Lei 6.938/81 – Conceito de Meio Ambiente	9	52,94
13	Outorga de recursos hídricos	10	58,82
14	Inundações em áreas urbanas	15	88,23
15	Compactação e erosão no solo	14	82,36
16	Sistemas de Gestão Ambiental	13	76,47
17	Resíduos Sólidos	13	76,47
18	Desenvolvimento Sustentável	12	76,47
19	Aspectos socioeconômicos – Negrinha	10	58,82
20	Atividades econômicas – Negrinha	11	64,71
21	Estrutura fundiária – Negrinha	11	64,71
22	Gênese do relevo – desgaste e deposição	11	64,71
23	Delimitação de bacias hidrográficas	13	76,47
24	Ações para mitigar a poluição hídrica	15	88,23
25	Fragilidade Ambiental – uso da terra	10	58,82
26	Impactos Ambientais – Negrinha	7	41,17
27	Erosão e medidas conservacionistas	7	41,17
28	Fragilidade – cruzamento de informações	12	70,59
29	Fragilidade – cruzamento de informações	13	76,47
30	Educação Ambiental – conscientização	13	76,47
Percentual geral de aproveitamento:			60,20

Org: O autor (2017).

Assim como nas avaliações anteriores, as questões com resultados mais críticos, ou seja, aquelas que apresentaram concentração de rendimentos insatisfatórios, foram alvo de revisão em devolutiva de avaliação, no caso, realizada em 05/07/2017. Assim, busca-se cumprir papel da avaliação que, conforme destaca Luckesi (2003) e Lopes e Pontuschka (2009), é mais uma etapa do processo ensino-aprendizagem, contribuindo para identificar problemas e permitir eventuais correções.

6.12.3 Relatório em grupo

Como terceira e última forma de avaliação do projeto, foi solicitado que os alunos, sob a orientação (Figura 30) do docente Mário André Gimenes Otoboni, realizassem um relatório escrito a partir da visita técnica realizada em 28/04/2017, considerando também os subsídios oferecidos em sala, anteriores e posteriores ao desenvolvimento da atividade de campo.

Figura 30 – Momento de orientação para elaboração de relatório em 28/06.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

De acordo com Souza e Leal (2017), o planejamento de uma visita técnica requer a identificação da área onde serão desenvolvidas as atividades, os objetivos propostos pela ação, a definição de procedimentos anteriores à visita técnica, o desenvolvimento das atividades de campo, os procedimentos posteriores, e a apresentação de resultados.

Assim, foi solicitado aos alunos o desenvolvimento que contemplasse uma descrição dos nove pontos visitados em 28/05, ilustrados e referenciados pelos subsídios desenvolvidos antes e depois da visita, elencando conceitos, técnicas e textos de apoio disponibilizados.

Como forma de ilustrar a atividade, assim como propõe Lopes e Pontuschka (2009), foi solicitado para que a equipe de alunos desenvolvesse uma capa temática para o relatório, visando fortalecer a identidade dos discentes com a proposta de estudo. A Figura 31 ilustra a confecção e o resultado final da capa do relatório, respectivamente:

Figura 31– Desenvolvimento da capa do relatório.



Fonte: Arquivo pessoal (2017).

A avaliação do relatório, com versão final entregue em 05/07/2017, se deu no ato do conselho de classe, realizado em 06/07/2017, por parte da equipe de discentes envolvidos. A atribuição de uma menção ao relatório se deu considerando critérios (atitudes, conhecimentos e habilidades) previstos no próprio sistema acadêmico. Para cada um dos critérios selecionados, foi aferido se o relatório atingiu totalmente, parcialmente ou se não foi atingido o resultado desejado.

Assim, conforme ilustra o Quadro 14, foram observados os seguintes resultados, definidos em consenso pelos docentes envolvidos:

Quadro 14 - Avaliação do relatório discente do projeto interdisciplinar.

Critérios (A) Atitudes, (C) Conhecimentos e (H) Habilidades	Atingiu	Atingiu Parcialmente	Não atingiu
Atendimento às normas (A)	x		
Interatividade e Cooperação (A)		x	
Compreender Fenômenos (C)		x	
Elaborar propostas de ação/solução (C)	x		
Relacionar Conceitos (C)		x	
Resolver Problemas (C)		x	
Clareza na expressão oral e escrita (H)	x		
Organização (H)		x	

Org: O autor (2017).

Os docentes, ainda, apresentaram por escrito uma justificativa para a menção atribuída. A redação ficou sobre a responsabilidade do docente orientador do relatório, Mário André Gimenes Otoboni, e do coordenador de curso (também autor da presente pesquisa), conforme segue:

“O trabalho atendeu as normas previstas para a elaboração de relatórios de vistas técnicas, conforme modelo utilizado na instituição de ensino, sendo, portanto, claro e de fácil entendimento. As considerações escritas estavam acompanhadas de imagens, contribuindo para melhor entendimento do que foi exposto.

Com relação à interatividade, cooperação e organização, notou-se um comportamento heterogêneo na turma, com maior envolvimento de parte em detrimento de outros.

A compreensão de fenômenos e o relacionamento de conceitos atenderam às expectativas, contudo, carecendo de diversas intervenções dos docentes orientadores. Ainda, o trabalho, de modo geral, logrou êxito na elaboração de propostas para os problemas apresentados.

*O trabalho, de modo geral, atendeu as expectativas, sendo avaliado com a **menção B**”.*

Assim, as três avaliações propostas buscaram, de modo diversificado em critérios e metodologias, observar quais foram as principais dificuldades e potencialidades apresentadas e, quando necessárias, a adoção de correções em lacunas ocorridas no desenvolvimento do projeto. Assim como salienta Luckesi (2003), não somente os alunos são observados em um processo de avaliação, mas o processo como um todo. Luta-se, deste modo, por um aluno que aprenda, acompanhados, igualmente, por professores e escolas que também buscam o contínuo aprendizado.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa objetivou identificar os níveis de fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Negrinha (alto curso) aos processos erosivos e, a partir dos resultados obtidos, promover ações de educação ambiental. Para tanto, o trabalho foi desenvolvido em dois momentos e amparado por dois conjuntos de procedimentos metodológicos.

Primeiramente, a partir da proposta metodológica de Ross (1994), deu-se a identificação da fragilidade ambiental aos processos erosivos na área de estudo (aproximadamente 44 hectares). Ressalta-se a importância desse recorte territorial, sobretudo para população urbana de Osvaldo Cruz, que tem como manancial principal as águas superficiais do Ribeirão Negrinha.

Para a determinação da fragilidade, foi necessário o levantamento das características da curvatura da superfície, da declividade do terreno, dos tipos de solo e das diferentes formas de uso da terra, uma vez que estas características interferem diretamente no modo como ocorrem o escoamento superficial e a infiltração da água da chuva, dinâmicas importantes para o entendimento das erosões.

Notou-se um discreto predomínio de vertentes convexas (de fragilidade forte), compondo pouco mais de 50% da bacia estudada. Na sequência, ocupando 41% da área, destacaram-se as vertentes côncavas (fragilidade muito forte).

Com relação à declividade do terreno, a área de estudo é predominantemente marcada (62,21%) por declividades entre 6,01 e 12,00%, conferindo uma fragilidade fraca. Em seguida, aparece a classe inferior a 6,00%, classificada como muito fraca, presente em quase 28% da área.

Considerando os solos, nota-se forte predomínio de Argissolos, presentes em 79,20% da área, classificados como de fragilidade forte. As demais áreas apresentaram em menores proporções manchas de Latossolos, Neossolos e Hidromórficos, este último de fragilidade muito forte, muito instável, susceptível à erosão e carreamento de sedimentos, exigindo manejos adequados.

No uso da terra, predominaram as pastagens, ocupando pouco mais de 62% da área, em especial aquelas ocupadas por pecuária bovina de corte e leite (fragilidade média). Igualmente, destaca-se o plantio de cana-de-açúcar, presente em pouco mais de 21% da área (fragilidade forte).

O cruzamento de informações, realizado por meio dos pesos estabelecidos por Ross (1994) e com apoio da ferramenta de análise multicriterial ponderada do ArcGIS, apontou na bacia o predomínio das fragilidades média e forte (49,81% e 43,25% da área, respectivamente). Somadas, representam mais de 93% da bacia.

O cruzamento de informações e a geração de mapas foram complementados por atividades de campo, visando confrontar os resultados obtidos no mapeamento com a realidade. Para tanto, foram destacados 19 pontos para análise da fragilidade ambiental aos processos erosivos. Considera-se que o mapeamento demonstrou lastro na realidade, e as fragilidades aferidas apresentam veracidade quando confrontadas em campo.

A identificação dos níveis de fragilidade ambiental da bacia hidrográfica aos processos erosivos deve subsidiar a adoção de medidas que promovam manejos mais adequados do uso da terra, seja para a atividade agropecuária e para a expansão da urbanização, seja para a definição de áreas protegidas.

Assim, destaca-se a necessidade de medidas conservacionistas, combinando ações de caráter vegetativo, edáfico e mecânico. Contudo, conforme observado, a realidade socioeconômica da comunidade envolvida, alicerçada na falta de uma cultura preservacionista dificultam ações sustentáveis no uso da terra. Muitas práticas de conservação são vistas como custos adicionais e incompatíveis com a capacidade financeira dos mesmos.

Igualmente, muitos produtores rurais não se reconhecem como protagonistas na adoção de procedimentos de restauração da vegetação ripária e da reserva legal prevista pela legislação. Segundo dados da FEPAF/CESP (2000), os agricultores majoritariamente atribuem essa responsabilidade a entidades do segmento rural vinculados ao governo.

Nesse sentido, cresce a necessidade de ações de conscientização, respaldadas por suporte técnico para que a bacia seja manejada considerando seus potenciais e fragilidades. E, inegavelmente, essa lógica passa pelo envolvimento de órgãos de assistência, respaldo do poder público, atuação da sociedade civil organizada, ressignificação do papel dos proprietários, colaborações de instituições de ensino entre outros.

Como uma segunda proposta do trabalho, buscou-se articular/mobilizar os conhecimentos produzidos no mapeamento da fragilidade ambiental para o

desenvolvimento de uma atividade de educação ambiental. O mapeamento da fragilidade, somado a demais materiais de apoio, subsidiaram o desenvolvimento de um projeto interdisciplinar junto ao curso Técnico em Meio Ambiente da ETEC Amim Jundi, Osvaldo Cruz-SP, ao longo do primeiro semestre de 2017.

O entendimento da fragilidade ambiental aos processos erosivos requer o conhecimento prévio de uma série de questões intrínsecas à Ecologia, Geografia, Geomorfologia, Ciências Agrárias entre outras, conceitos abordados nos componentes curriculares do curso e de modo interdisciplinar ao longo do projeto.

Assim, o grupo de dezessete alunos foi apresentado à metodologia, acompanharam algumas etapas do desenvolvimento da pesquisa e verificaram os resultados alcançados. Por se tratarem de discentes em formação técnica, almeja-se que este trabalho desperte o interesse na replicação desta metodologia em outros ambientes, fomentando usos da terra compatíveis com a fragilidade ambiental aos processos erosivos.

A execução da atividade foi viabilizada por contar com a participação dos demais docentes do curso, bem como o envolvimento da direção e coordenação pedagógica. Assim, foi possível a formatação de um projeto interdisciplinar e sua execução ao longo do primeiro semestre de 2017.

Destaca-se que o desenvolvimento das atividades foi norteado “Estudo do Meio” (PONTUSCHKA, PAGANELI E CACETE, 2007) que, sem excluir outras possibilidades, define um esquema estratégico para o entendimento holístico das questões socioambientais, atribuindo ao processo ensino-aprendizagem uma função social e seu estreito comprometimento com o desenvolvimento da cidadania.

As atividades do projeto, distribuídas majoritariamente ao longo dos meses de março, abril, maio, junho e julho de 2017, se deram por meio de atividades inerentes aos componentes curriculares, de modo isolado ou interdisciplinar. Considerando os registros acadêmicos dos docentes, foram reservados dezenove momentos específicos em sala para a abordagem da área de estudo, da fragilidade ambiental e de temas correlatos.

Ainda, o projeto contou com a realização de trabalhos de campo, com destaque para a atividade desenvolvida em 28/05/2017, em que foram visitados nove pontos da área de estudo. Neles, o foco foi a observação in loco das variáveis componentes da fragilidade ambiental, a presença de impactos ambientais e a adoção de medidas conservacionistas.

Como forma de colaborar com o processo de ensino-aprendizagem, foram estruturadas três situações para avaliações. Ressalta-se que a realização destas não teve por objetivo validar a metodologia, tampouco classificar os alunos. Conforme destaca Luckesi (2003) e Pontuschka, Paganeli e Cacete (2007), a avaliação assumiu o papel de diagnosticar a situação do educando face ao que foi apreendido e o que carece ser retomado, visando subsidiar a reorientação da ação educativa, potencializando a aprendizagem.

A primeira avaliação, de caráter dissertativo/objetivo/individual, foi realizada in loco, juntamente com a visita técnica realizada em 28/05. O desempenho foi aferido a partir da habilidade dos alunos ao interpretar aspectos da fragilidade, impactos ambientais e medidas conservacionistas. Realizando a média de todos os alunos nos três momentos propostos, o aproveitamento foi de 72%, atribuindo a menção B (atendimento das expectativas).

A segunda avaliação, também individual, consistiu na aplicação de trinta questões objetivas de múltipla escolha, formuladas a partir de conceitos afetos à fragilidade ambiental aos processos erosivos. Considerando a média dos alunos, o percentual de aproveitamento foi de 60,20%, equivalente à menção R.

Como terceira avaliação, foi solicitada a elaboração, em grupo, de um relatório/portfólio das atividades desenvolvidas ao longo do projeto. Este foi constituído por revisão bibliográfica, relatório fotográfico, descrição dos pontos visitados e proposição de medidas conservacionistas. Para este, após correção conjunta dos docentes, foi atribuída a menção B.

Ainda, merece destaque a realização de dois momentos para a devolutiva das avaliações, realizadas em 02/06 e 05/07/2017, para a retomada de conceitos em que os alunos apresentaram menor aproveitamento.

O trabalho enfrentou desafios, com destaque para: comportamento heterogêneo dos alunos diante das propostas apresentadas, ficando evidente o maior envolvimento de alguns em detrimento de outros; as dificuldades financeiras para a viabilização de vistas técnicas, que, se não existissem, poderiam ter potencializado outras atividades; a falta de pré-requisitos de alguns discentes; e problemas de suporte técnico nos laboratórios de informática da instituição de ensino para o desenvolvimento de atividades no software ArcGIS (as práticas de mapeamento acabaram ocorrendo majoritariamente no campo teórico).

Contudo, considerando todos os aspectos, notam-se importantes afinidades entre as metodologias elencadas. A determinação da “Fragilidade Ambiental aos Processos Erosivos” proposta por Ross (1994), somadas ao “Estudo do Meio” de NídiaPontuschka (2007) revelaram-se importantes e harmônicos na construção e execução do projeto interdisciplinar aplicado na ETEC Amim Jundi.

Pretendeu-se, por meio deste trabalho, potencializar os laços entre a pesquisa e o ensino, bem como fomentar uma educação ambiental que supere a representação do conhecimento como algo fragmentado e distante dos problemas dos alunos. Para tanto, ressaltar o contexto, enfatizar as relações entre o indivíduo e o espaço vivido e a observação de alunos como protagonistas e ativos em sua realidade contribuem para a potencialização da função social da escola, do ensino e da pesquisa.

Espera-se que este trabalho seja motivador para o desenvolvimento de novas pesquisas e práticas de ensino, ampliando os resultados aqui apresentados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **Amazônia: do discurso à práxis**. São Paulo: EDUSP, 1996.

ASSMANN, H. **Reencantar a Educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998.

BACCI, D.de La C.; PATACA, E. M. **Educação para a água**. 2008 – Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a14.pdf>. Acesso em 07/02/2015.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRANCO, S. **Educação Ambiental: metodologia e prática de ensino**. Rio de Janeiro: Dunya, 2003.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**.

CACCIA GOUVEIA, I.C.M. **Da originalidade do sítio urbano de São Paulo às formas antrópicas: aplicação da abordagem da Geomorfologia Antropogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo, 2010. Tese (Doutorado em Geografia). FFLCH. USP.

CAMARGO, A. L. de B. **Desenvolvimento Sustentável: dimensões e desafios**. Campinas: Papiros, 2003

CAPRA, F. **A Teia da Vida: uma nova compreensão científica dos seres vivos. (The web of life)**. Tradução de Newton Roberval Eichenberg. São Paulo/SP, Cultrix, 2006.

CASTRO, I. GOMES, P. CORRÊA, R. **Geografia: Conceitos e Temas**. 10ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

CASTRO, S. S. de; HERNANI, L. C. (editores). **Solos frágeis: caracterização, manejo e sustentabilidade**. Brasília/DF: Embrapa, 2015.

CHEVALLARD, Y. (1991) **La Transposition Didactique: Du Savoir Savant au Savoir Enseigné**. Grenoble, La pensée Sauvage.

CUNHA, C. M. L. **Quantificação e mapeamento das perdas de solo por erosão com base na malha fundiária**. Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, 1997.

DELUIZ, N. **Formação do trabalhador: produtividade e cidadania**. Rio de Janeiro: Ed. Shape, 1995.

FÉ, M. M. M. **A Análise Ambiental Integrada e sua construção teórica na Geografia Física**. Revista OKARA: Geografia em debate, v.8, n.2, p. 294-307, 2014

FEPAP; CESP. **Programa de Controle de Erosão e de Assoreamento na Área de Influência do Reservatório da UHE Sérgio Motta**. Botucatu: FEPAF, 2000.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 1.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra 1974.

FRIGOTTO, G.; GENTILI, P. (orgs). **A Cidadania Negada: Políticas de Exclusão na Educação e no Trabalho** – 5.ed. São Paulo: Cortez, 2011.

GONÇALVES, C. W. P. **Os (Des) caminhos do Meio Ambiente**. São Paulo: Contexto, 2000.

GOUVEIA, J. M. C. **A métrica da sustentabilidade na perspectiva da geografia: aplicação e avaliação do Painel da Sustentabilidade (Dashboard of Sustainability) na comunidade quilombola do Mandira - Cananéia/SP**. São Paulo, 2010. Tese (Doutorado em Geografia) - FFLCH. USP.

Guerra, T. A.; **Dicionário Geológico e Geomorfológico**. 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da.; BOTELHO, R. G. M. (org). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

HERNANDEZ, F. **Transgressão e Mudança na Educação: Os Projetos de Trabalho**. Tradução Jussara Haubert Rodrigues. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

KUENZER, A. Z. **Pedagogia da Fábrica: As Relações de Produção e a Educação do Trabalhador**. 7ª Ed. São Paulo: Cortez, 2009.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth; Petrópolis – RJ: Vozes, 2001.

LEITE, V. **A evolução histórica da Questão Ambiental**. 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campina Grande: ABES, 2009.

MANFREDI, Silvia Maria. **Educação Profissional no Brasil**. São Paulo: Cortez, 2002.

LOPES, C. S.; PONTUSCHKA, N. M. **Estudo do meio: teoria e prática**. Revista Geografia (UEL - Londrina). Vol 18, nº 2, 2009. (p.173-191).

LUCKESI, C.C. **Avaliação da aprendizagem na escola: reelaborando conceitos e criando a prática**. 7 ed. Salvador: Malabares Comunicação e Eventos, 2003.

MANTOVANI, W. **O debate da ecologia com a sociedade**. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2007. Caxambu – MG. Anais... Caxambu: SEB, 2007. p. 1-6

MONTEIRO, C.A.F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto/GeoUSP. (Novas abordagens 3). 2000.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários para a educação do futuro**. tradução de Catarina E. F. da Silva e Jeanne Sawaya; revisão técnica de Edgard de Assis Carvalho. – 2ª ed.rev. – São Paulo: Cortez; Brasília, DF: Unesco, 2011.

MOTOYAMA, S. (org). **Educação Técnica e Tecnológica em Questão**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista: CEETEPS, 1995

NASCIMENTO, O. V. **Cem anos de ensino profissional no Brasil**. Curitiba: IBPEX, 2007.

NGANGA, C. S. M.; MIRANDA, G. J. **Ensino e pesquisa: duas faces de uma mesma moeda**. In: LEAL, E. A.; MIRANDA, G. J.; CASA NOVA, S. P. de C. **Revolucionando a sala de aula**. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2017. p. 31-42.

Nunes, J.O.R. **Mapeamento Geomorfológico do perímetro urbano de Presidente Prudente – S.P.** 2005. In: Anais da 57ª Reunião Anual da SBPC. Fortaleza.

PEDRAZZI, J.A. **FACENS – Hidrologia Aplicada**. Disponível em: <<http://www.facens.br/site/alunos/download/hidrologia>>. Acesso em 15 fev. 2004.

PERRENOUD, P. **Dez Novas Competências para Ensinar**. Trad. Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PONTUSCHKA, N. N.; PAGANELLI, T. I.; CACETE, N. H. **Para ensinar e aprender geografia**. São Paulo: Cortez, 2007.

POTING, C. **Uma história verde do mundo**. Rio de Janeiro: Civ. Brasileira, 1995.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Editora Contexto, 1990.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica e fragilidade dos ambientes naturais antropizados**. Revista do Departamento de Geografia, nº 8. São Paulo: 1994, p. 65-74.

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir**. São Paulo: Vértice, 1986.

SAITO, H. C. **Política nacional de educação ambiental e construção da cidadania: desafios contemporâneos**. In: RUSCHEINSKY, A. et al. (Orgs.). Educação ambiental: abordagens múltiplas. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 45 –59.

SANTOS, M. **Técnica, espaço e tempo. Globalização e meio técnico-científico-informacional**. São Paulo: Hucitec, 1994.

SÃO PAULO. **Lei nº 15.864, de 08 de julho de 2015**.

SÃO PAULO. **Lei nº 9.866, de 28 de novembro de 1997.**

SÃO PAULO, **Lei nº 16.337, de 14 de dezembro de 2016.**

SILVA, A. M. et al. **Hidrossedimentologia em bacias hidrográficas.** 2. ed. São Carlos: RIMA, 2007.

SOUZA, E. G. de E.; LEAL, E. A. **Visita técnica: uma viagem pela teoria-prática-ensino-aprendizagem.** In: LEAL, E. A.; MIRANDA, G. J.; CASA NOVA, S. P. de C. **Revolucionando a sala de aula.** 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2017. p. 15-29.

SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. **Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos.** São Paulo: GEOUSP - Espaço e Tempo, 2004.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres naturais: conhecer para prevenir.** 1ª Ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE - Diretoria Técnica – SUPREN, 1977.

TYLER, Ralph W. **Princípios básicos de currículo e ensino.** 4. ed. Porto Alegre: Globo, 1977. 119 p.

VELOSO, A.J.G. **Importância do Estudo das Vertentes.** GEOgraphia. V.8, n.8.2002.

VENTURI, L. A. B. **Recurso Natural: A construção de um conceito *in* GEOUSP – Espaço e Tempo, nº 20.** São Paulo: FFLCH/USP, 2006, p.9-17.

VITTE, A. C.; MELLO, J. P. de. **Considerações sobre a erodibilidade dos solos e a erosividade das chuvas e suas consequências na morfogênese das vertentes: um balanço bibliográfico.** in Climatologia e Estudos da Paisagem. Rio Claro – vol. 2 – nº 2 – julho – dezembro/ 2007.